

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE L'UNIVERSITÉ DE MONTPELLIER

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ÈS SCIENCES NATURELLES

PAR

GHOLAN-HOSSEIN FROUTIN

1^{re} THÈSE. — CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DU TISSU CONJONCTIF DES
MOLLUSQUES ET PLUS PARTICULIÈREMENT DES
LAMELLIBRANCHES ET DES GASTÉROPODES.

2^{me} THÈSE. — PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ.

Soutenues le 7 juin 1937 devant la Commission d'examen.

MM. CHATTON, *président.*

TURCHINI, professeur à la Faculté de médecine.

MATHIAS.

PARIS

Edition des « Archives de Morphologie Générale et Expérimentale »

GASTON DOIN & C^{ie}, ÉDITEURS

8, Place de l'Odéon.

1937



Digitized by the Internet Archive
in 2026

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE
DU
TISSU CONJONCTIF DES MOLLUSQUES
ET PLUS PARTICULIÈREMENT
DES
LAMELLIBRANCHES ET DES GASTÉROPODES

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE L'UNIVERSITÉ DE MONTPELLIER

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ÈS SCIENCES NATURELLES

PAR

GHOLAN-HOSSEIN FROUTIN

1^{re} THÈSE. — CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DU TISSU CONJONCTIF DES
MOLLUSQUES ET PLUS PARTICULIÈREMENT DES
LAMELLIBRANCHES ET DES GASTÉROPODES.

2^{me} THÈSE. — PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ.

Soutenues le 7 juin 1937 devant la Commission d'examen.

MM. CHATTON, *président.*

TURCHINI, professeur à la Faculté de médecine.

MATHIAS.

PARIS

Édition des « Archives de Morphologie Générale et Expérimentale »

GASTON DOIN & C^{ie}, ÉDITEURS

8, Place de l'Odéon.

1937

FACULTÉ DES SCIENCES

DE

L'UNIVERSITÉ DE MONTPELLIER

MM.

Doyen..... M. GODECHOT, Correspondant de l'Institut, Professeur de Chimie.

Doyen honoraire. S. DAUTHEVILLE.

Professeurs honoraires. { F. FABRY, O. DUBOSCQ. J. CURIE, F. BEAU-
LARD, DE LENAIZAN et S. BATAILLON.

Maîtres de Conférences honoraires. M. VOULMIER, E. DE ROUVILLE.
et F. MOURGUES.

MM.

Professeurs.....	{	J. PAVILLARD	<i>Botanique.</i>
		J. CABANNES, Correspond. de l'Institut.	<i>Physique.</i>
		G. REBOUL	<i>Physique.</i>
		E. TURRIÈRE.....	<i>Mécaniq. rationn.</i>
		P. HUMBERT.....	<i>Mathémat. pures.</i>
		E. CHATTON, Correspond. de l'Institut.	<i>Zoologie et</i>
			<i>Biologie générale.</i>
		L. GAY.....	<i>Chimie.</i>
		J. SOULA	<i>Mathématiques.</i>
		E. CARRIÈRE	<i>Chimie.</i>
R. JACQUES	<i>Mathématiques.</i>		
J. DURAND	<i>Chimie.</i>		
Ch. BOUHET.....	<i>Minéralogie.</i>		

MM.

Maîtres de conférences. P. MATHIAS..... *Zoologie.*
M. THORAL, Chargé de Chaire. *Géologie.*

MM.

Secrétaire A. BABY.
Secrétaire honoraire... L. DUBOIS.

Membres du Jury :

M. CHATTON, *président.*
M. TURCHINI, professeur à la Faculté de Médecine.
M. MATHIAS.



CONTRIBUTION A L'ÉTUDE
DU
TISSU CONJONCTIF DES MOLLUSQUES
ET PLUS PARTICULIÈREMENT
DES
LAMELLIBRANCHES ET DES GASTÉROPODES

INTRODUCTION

Il peut paraître, à première vue, paradoxal d'espérer apporter des faits histologiques nouveaux sur le tissu conjonctif des Mollusques, étant donné le nombre considérable de travaux au cours desquels la structure de ce tissu a été envisagée.

Cependant il y a peu d'auteurs qui se soient occupés du tissu conjonctif des Mollusques pour lui-même. Et d'autre part, leurs travaux sont plutôt d'ordre anatomo-microscopique que cytologique et surtout que cytochimique.

Un certain nombre de questions demeuraient toujours obscures et méritaient d'être reprises et élucidées. Les Rundzellen et les vésicules de Langer des Lamellibranches, les cellules de Semper des Pulmonés par exemple, étaient autant de problèmes que les études antérieures n'avaient pu résoudre.

L'étude du tissu conjonctif des Mollusques méritait donc d'être reprise. C'est ce que, sur les conseils de M. le professeur Jean TURCHINI, je me suis proposé de faire dans la mesure du possible. De plus, au cours de mes recherches, j'ai trouvé dans ce tissu, chez diverses espèces, des éléments cellulaires inconnus jusqu'à présent ayant des fonctions variées. Le mode de vie et

l'organisation des Mollusques font que leur tissu conjonctif présente une grande importance physiologique.

J'ai tout d'abord étudié la disposition du tissu conjonctif dans les cinq classes de Mollusques ; puis j'ai décrit les éléments communs à toutes les classes, pour examiner ensuite ceux qui n'appartiennent qu'à une classe, un ordre, une famille, un genre, ou même parfois une espèce. Cette dernière étude a été, pour le moment, limitée à quelques types de Lamellibranches et de Gastéropodes.

Enfin, dans une étude comparative et générale, j'ai essayé de comprendre la signification des principaux éléments décrits.

En terminant, je tiens à remercier très sincèrement mon Maître M. Jean TURCHINI, professeur d'Histologie à l'Université de Montpellier, qui a dirigé mon travail, poursuivi à son Laboratoire. Je tiens à exprimer ma profonde et respectueuse gratitude à M. le professeur O. DUBOSCQ, de Paris, et à M. le professeur E. CHATTON, correspondant de l'Institut, qui m'ont aimablement fait profiter des ressources des stations de Banyuls et de Sète, ce dernier me faisant en outre le très grand honneur d'accepter la présidence de cette thèse inaugurale.

J'emporterai des longues années passées à l'Université de Montpellier et de l'enseignement de ses Maîtres le plus précieux souvenir.

CHAPITRE PREMIER

MATÉRIEL D'ÉTUDE ET TECHNIQUES

§ 1. — Matériel d'étude.

Mon étude sur le tissu conjonctif des Mollusques a porté sur un grand nombre d'individus de diverses espèces de provenance variée. C'est ainsi que j'ai eu à ma disposition les espèces suivantes (1) :

LAMELLIBRANCHES

Filibranches

Arca barbata L.

Arca tetragona L.

Mytilus edulis L.

Mytilus galloprovincialis Lmk.

Pseudolamellibranches

Avicula hirundo L.

Gryphaea angulata Lmk.

Pecten jacoboeus L.

Lima hians Gm.

(1) Bien que non le plus récent, j'ai préféré l'ordre systématique suivant parce que le plus simple et le plus généralement adopté.

Eulamellibranches

Venus verrucosa L.*Tapes decussatus* L.

GASTÉROPODES

PROSOBRANCHES Diotocardes

Patella caerulea L.

Monotacardes

Murex brandaris L.

OPISTOBRANCHES Tectibranches

Gasteropteron Meckeli Kosse.*Aplysia depilans* L.*Oscanius membranaceus* Montagu.*Pleurobranchaea Meckeli* Leue.*Okenia elegans* F. S. Lkt.

Nudibranches

Archidoris tuberculata Cuv.*Marsenia perspicua* L.

PULMONÉS

Oncidiella nana Philippi.*Zonites algirus* L.*Arion rufus* L.*Agriolimax agrestis* L.*Helix aspersa* Müller.*Helix pomatia* L.

Comme une étude du tissu conjonctif ne saurait être limitée à des représentants de deux classes, j'ai examiné aussi des préparations histologiques aimablement prêtées par M. le professeur TURCHINI et concernant diver-

ses espèces d'Amphineures, de Scaphopodes et de Céphalopodes, à savoir :

AMPHINEURES

Chiton cinereus L.

Acanthochites fascicularis L.

SCAPHOPODES

Dentalium vulgare Da Costa.

CÉPHALOPODES

DÉCAPODES

Sepia officinalis L.

OCTOPODES

Octopus vulgaris Lmk. (*Polypus octopus* L.).

§ 2. — Techniques.

Observations vitales. — L'observation sur le vivant doit avoir une part importante dans l'examen des tissus et des cellules. Cela se conçoit, car c'est la technique la plus rationnelle. Elle permet d'étudier les éléments sans traitement préalable et sans risque de modifications. Les fixateurs, comme on le sait, coagulent les constituants de la cellule, amènent des contractions dans les tissus dont l'effet peut être de modifier le rapport des éléments les uns par rapport aux autres. Ils peuvent produire des modifications cytoplasmiques plus ou moins profondes, des artefacts. Ils peuvent aussi dissoudre et faire disparaître divers constituants cellulaires ou tissulaires.

Malgré la nécessité d'une étude sur le vivant, il faut reconnaître cependant que les résultats obtenus par cet examen sont dans bien des cas insuffisants. Il est donc indispensable de pratiquer à la fois l'observation vitale et les techniques de fixation et de coloration.

Contrôler ce qu'on voit sur les coupes faites par les techniques cytologiques et histologiques par une observation sur le vivant, doit constituer la méthode la plus logique et la plus sûre. C'est d'ailleurs ce que j'ai essayé de réaliser le plus possible.

Fixations et coupes. — Le tissu conjonctif des Mollusques étant un tissu extrêmement fragile, tout fixateur ne peut pas convenir à son étude. Les fixations à base d'acide osmique, de sublimé et de bichromate de potasse sont celles qui donnent les meilleurs résultats. J'ai fréquemment employé le liquide de Zenker, celui de Flemming, avec ou sans acide acétique, le sublimé en solution aqueuse, le liquide de Tupa (nitrate d'urane dans la solution IV de Regaud), le picro-formol acétique de Bouin. Ce dernier, excellent fixateur pour les travaux microscopiques, m'a paru donner des résultats médiocres dans le cas des Mollusques. Je me suis également servi des fixateurs indifférents, tels : l'alcool, l'alcool-chloroforme, le formol. Le formol à 10 pour 100 constitue dans certains cas un excellent fixateur avec des résultats comparables à ceux des fixateurs cités précédemment.

Pour l'étude des mitochondries, j'ai employé surtout le liquide de Regaud, le mélange de Helly au Zenker-formol, le liquide de Benoit, le liquide de Tupa ; pour l'étude de l'appareil de Golgi, surtout la technique Cajal. Les inclusions à la paraffine ont été faites à la manière

habituelle et les coupes pratiquées de 3 à 6 μ d'épaisseur.

Les coupes à la congélation sont en général très difficiles à pratiquer sur le matériel frais à cause de la mollesse des tissus. Je m'en suis servi après une fixation préalable au formol pour la recherche des oxydases, des peroxydases et quelquefois pour la recherche des lipides ou pour d'autres réactions histochimiques. D'ailleurs les éléments conjonctifs se prêtent mal à ce genre de coupes.

Colorations générales et spéciales. — J'ai utilisé, d'une façon convergente, les colorations les plus courantes : hémateïne-éosine ; hématoxyline au fer-éosine ; hématoxyline au fer-éosine-vert-lumière de Prenant ; bleu polychrome selon la technique de Masson ; la coloration de Benda à la safranine vert-lumière ; la coloration trichomique de Masson. Pour les mitochondries, j'ai utilisé les colorations d'Altmann, de Wolkonsky et dans quelques cas spéciaux de Benda.

J'ai souvent combiné la fuchsine acide d'Altmann avec une coloration des noyaux au vert de méthyle en solution aqueuse à 1 pour 100. Cette combinaison m'a fourni des coupes très facilement lisibles, elle donne de plus une coloration très agréable à l'œil. C'est une technique que j'ai couramment employée et que je recommande plus spécialement.

Mucine. — Le mucus est coloré par la technique de Masson : Hématoxyline-aurantia-muci-carmin ; la technique de Prenant et la coloration de Mallory.

Collagène. — J'ai utilisé la coloration de Mallory et celle de Van Gieson.

Elastine. — J'ai pratiqué la méthode à l'orcéine et la méthode de Weigert.

RÉACTIONS HISTOCHIMIQUES

Matières protidiques. — J'ai utilisé les réactions des substances protéiques : réactions de l'encre de Derrien et Turchini (tanin, perchlorure de fer) ; du biuret, de Millon ; la réaction xanthoprotéique et la réaction des azoprotides (copulation des protides avec la diazoïque d'une amine aromatique quelconque).

Lipides et chromolipides. — Pour les lipides, j'ai utilisé les fixateurs à base d'acide osmique et le Ciaccio. De même l'emploi du Soudan III sur les coupes à la congélation après une fixation préalable au formol. Pour les chromo-lipides au stade où l'oxydation n'est pas encore très poussée, j'ai utilisé les colorants ordinaires des lipides : le Soudan III et le sulfate de bleu de Nil. Si ce pigment gêne, je le décolore par un séjour de plusieurs jours dans de l'eau oxygénée du commerce avant de pratiquer les réactions précédentes.

Pour les chromolipides, j'ai complété les réactions colorantes par l'étude des caractères de solubilité.

Substances phénoliques. — Les monophénols sont caractérisés par les réactions colorantes : l'azo-réaction et l'indo-réaction. Les diphenols donnent lieu, en outre, aux deux réactions de l'argentaffinité et de la chromaffinité.

Azo-réaction. — L'azo-réaction est le résultat d'une copulation des phénols avec la diazo de la benzidine ou de l'aniline, ou de toute autre amine aromatique.

Indo-réaction. — L'indo-réaction consiste dans la copulation des phénols avec la diméthyleparaphénylènediamine. Cette copulation donne une coloration véritable.

Argentaffinité. — J'ai fait sa recherche par la technique de Masson : liquide de Fontana (hydroxyde d'argent ammoniacal).

Chromaffinité. — J'ai recherché la chromaffinité grâce aux fixateurs à base de bichromate de potassium et en particulier le Zenker.

Bases puriques. — J'ai recherché ces bases par la réaction de Courmont et André après fixation à l'alcool et par la réaction de la Murexide. La première réaction n'est nullement spécifique et la seconde peut ne pas donner des résultats précis et certains. Aussi ces deux réactions ont-elles dû être souvent complétées par l'étude des caractères de solubilité.

Oxydases et peroxydases. — J'ai pratiqué la réaction de Madelung à la benzidine et l'eau oxygénée après fixation au formol sur les coupes à la congélation.

Glycogène. — Le procédé à la gomme iodée et la coloration au carmin de Best sont utilisés après fixation à l'alcool.

Fer. — J'ai détecté le fer par le procédé classique du bleu de Prusse de Perls avec le ferrocyanure de potassium, avec ou sans démasquage préalable. Celui-ci est effectué au moyen de l'alcool acidulé ou du sulfure d'ammonium. Dans le cas où les réactifs précédents sont incapables de démasquer le fer, j'ai eu recours à la technique de micro-incinération de Policard.

Cuivre. — Après fixation à l'alcool, j'ai utilisé le procédé au ferrocyanure de potassium, qui au contact des sels de cuivre donne un précipité rouge de ferrocyanure de cuivre. J'ai employé également la réaction à l'iodure de potassium, qui donne avec les sels de cuivre un précipité rouge dû à un complexe d'iodure de potassium et de cuivre.

Calcaire. — Cet élément est recherché, soit par la coloration à la purpurine de Grandis et Mainini après une fixation à l'alcool, soit des réactions des cristaux de gypse (POLICARD) ou de Denigès à l'acide iodique (TURCHINI).

Phosphore. — J'ai utilisé le réactif nitro-molybdique en milieu nitrique.

Procédé des injections. — Cette technique créée par HEIDENHAIN (1874) pour l'étude physiologique du rein des Mammifères, fut employée particulièrement par KOWALEWSKI, CUÉNOT et BRUNTZ, etc., chez les Invertébrés.

C'est grâce à ce procédé que CUÉNOT a pu étudier les variétés des cellules excrétrices chez les Mollusques.

J'ai pratiqué cette méthode pour l'étude des éléments excréteurs du tissu conjonctif. Diverses substances ont été employées, matières colorantes : carminate d'ammoniaque, indigo-carmin, bleu-trypan ; des sels métalliques : acétate de cuivre, sulfate de fer.

Le carminate est fixé par le sublimé en solution aqueuse concentrée et les autres substances sont fixées à l'alcool.

Dissociations. — La technique de dissociation est très délicate à pratiquer. Elle demande de la patience,

de la dextérité et surtout une connaissance préalable du matériel à dissocier. Cette dernière condition est indispensable pour opérer une dissociation convenable sans abîmer les éléments à étudier. J'ai parfois eu recours à ce procédé (pour la localisation des peroxydases) ; mais j'avoue qu'il ne m'a pas toujours été possible d'en tirer des résultats concluants.

Techniques physiques. — Enfin j'ai utilisé dans quelques cas spéciaux la technique des spodogrammes, la technique historadiographique et la technique histofluoroscopique avec les radiations ultraparaviolette de $\lambda = 3.650 \text{ \AA}$.

CHAPITRE II

HISTORIQUE

§ 1. — Lamellibranches.

Le tissu conjonctif des Lamellibranches a fait l'objet d'assez nombreuses recherches qui ont spécialement porté sur l'anatomie microscopique. Dans le domaine de la cytologie, il n'y a guère de travaux à signaler.

FLEMMING (1871) et J. KOLLMANN (1877) ont été les premiers à s'occuper de la question. D'après J. KOLLMANN la substance conjonctive se présente chez les Lamellibranches sous la forme d'une substance gélatineuse (*Gallertsubstanz*) imprégnée de calcaire, ce qu'il appelle un « os gélatineux ». Cette substance présente une grande élasticité et ressemble en somme pour lui à la substance conjonctive des Tuniciers décrite par SCHÜLTZE. Elle se présente tantôt comme des masses continues plus ou moins étendues ; tantôt réduite à de minces poutres ou lamelles (*Gallertbalken*).

Il reconnaît deux sortes de cellules :

1° des cellules fusiformes ou étoilées, qui parfois sont anastomosées par leurs prolongements ;

2° des cellules rondes ne présentant aucun rapport entre elles.

Ces éléments cellulaires seraient absolument dépourvus de membrane quoiqu'ils paraissent avoir une limite

nette. Il estime, d'après les observations qu'il a faites chez l'Anodonte, que cette limite est due à une capsule qui les entoure, analogue à celle qui entoure les éléments cartilagineux.

En dehors de ces deux sortes d'éléments cellulaires, il existe également pour lui des globules sanguins qui occupent les lacunes, des fibres musculaires isolées ou groupées, des vaisseaux et des nerfs. Quant aux fibres conjonctives, il existe des fibres élastiques rares qui résistent à l'action de l'acide acétique.

Mais FLEMMING (1871) avait auparavant décrit chez les Acéphales, des cellules particulières observées par LANGER et prises pour des lacunes sanguines. En utilisant la pratique des injections de matières colorantes, FLEMMING observe des éléments cellulaires ayant l'apparence des lacunes, mais qui sont de véritables cellules avec un noyau et un peu de protoplasme granuleux ; la plus grande partie du contenu consiste en une substance fluide, transparente. Il les désigna par l'appellation de cellules muqueuses (*Schleimzellen*).

J. KOLLMANN (1877) soutient la thèse de LANGER, n'ayant pu démontrer l'existence d'un noyau. Selon lui, les noyaux vus par FLEMMING appartiendraient à des cellules avoisinant les lacunes ou à des éléments sanguins qui s'y trouvent.

Une polémique s'engagea entre ces deux savants. La question fut finalement portée devant le Congrès de Munich de 1877. Elle ne put cependant être résolue, de sorte que bientôt d'autres auteurs s'en occupèrent.

LEYDIG (1876) rejette comme J. KOLLMANN le point de vue de FLEMMING, mais il conteste que les noyaux vus par FLEMMING appartiennent à des éléments entourant

les lacunes. Pour lui, les parois des lacunes sont tapissées par des cellules à la manière d'un endothélium.

GRIESBACH (1883) et SCHÜLER (1885) démontrèrent définitivement la nature cellulaire des vésicules de Langer.

RAWITZ (1888 et 1890) observe entre les cellules épithéliales des éléments particuliers d'origine épithéliale qu'il appelle *Becherzellen*, dont il distingue deux variétés selon leur coloration par l'hématoxyline-éosine.

1° Des éléments se colorant en rouge noir, les plus nombreux avec une fine membrane, possédant au pôle libre un orifice pour l'évacuation de leur produit.

2° Des éléments se colorant en rouge pâle, d'un aspect plus compact et dont le protoplasme est rempli de granulations.

Plus tard (1890) le même auteur, chez la Moule, constate dans le tissu conjonctif des éléments remplis de granulations et d'autres ayant un contenu basophile. Par la ressemblance entre ces éléments et les *Becherzellen*, l'auteur met en doute l'origine épithéliale de ces dernières.

En 1891, CUÉNOT, par la méthode des injections physiologiques, démontre chez certains Lamellibranches l'existence de cellules spéciales très nombreuses dans le tissu conjonctif qu'il appelle des cellules excrétrices. Elles renferment des vacuoles et des inclusions diverses. Après une injection de carminate par exemple, le colorant se trouve accumulé dans les vacuoles de ces cellules.

Th. LIST (1902) s'occupe du tissu conjonctif des Mytilidés, mais il n'apporte pas de fait nouveau. Les cellules, contrairement à ce que pensait J. KOLLMANN,

possèdent une membrane. De plus, les *Rundzellen* qu'il a pu observer chez quelques types auraient un rôle dans le développement des produits sexuels.

KOLLMANN Max (1908) considère que les *Rundzellen* sont des leucocytes granuleux du sang chargé d'enclaves et qui seraient venus échouer dans le tissu conjonctif. Il décrit, en outre, des « cellules sphéruleuses » avec des granulations amphophiles, équivalentes des *Plasmazellen* des Gastéropodes et dont les granulations constitueraient des substances de réserves.

§ 2. — Gastéropodes.

Nombreux sont les auteurs qui ont fait des recherches histologiques sur le groupe des Gastéropodes ; cependant peu de chercheurs ont entrepris une étude spéciale et détaillée du tissu conjonctif chez ces animaux. Les observations que l'on peut trouver dans la littérature de la substance conjonctive des Gastéropodes, sont souvent courtes, superficielles et perdues dans des mémoires ayant trait à des recherches d'un ordre différent. C'est pourquoi nous ne possédons que des études plus ou moins disparates sur les Prosobranches et les Pulmonés dues en particulier à LEUCKARDT, LEYDIG (1850 et 1876), CLAPARÈDE (1857), LACAZE-DUTHIERS (1860), FLEMMING, JOYEUX-LAFFUIE (1882), etc. ; sur les Ptéropodes et les Hélopodes, à BOLL (1869), et quelques observations peu nombreuses d'ailleurs, faites par R. BERGH, accessoirement au cours de ses recherches anatomiques sur les Opisthobranches.

Le mémoire fondamental à cet égard reste celui de BROCK (1883) sur la substance conjonctive des Opisthobranches et des Pulmonés. Cet auteur distingue dans une substance fondamentale parfaitement homogène trois sortes d'éléments cellulaires :

1° Les cellules étoilées qui s'étendent dans la substance interstitielle ; ces cellules sont pourvues de prolongements qui s'anastomosent et constituent un réseau.

2° Les cellules fibrillaires, éléments fusiformes, munis à leurs pôles de ramifications qui ne présentent jamais de relations, ni entre elles ni avec les cellules étoilées conjonctives. Ces éléments sont finement, mais nettement striés ; la striation est due à une disposition en rangées parallèles des granules cytoplasmiques.

3° Les cellules désignées sous le nom de « *Plasmazellen* », disséminées dans les mailles du réseau constitué par les cellules conjonctives à cause de leur ressemblance avec les éléments du même nom observés et décrits pour la première fois par WALDEYER (1875) dans le tissu conjonctif des Vertébrés. Leur forme varie d'une cellule à l'autre. Leur cytoplasme renferme des concrétions rondes, de taille différente, qui se colorent en noir par l'hématoxyline. Sur un vieil exemplaire d'*Aplysia punctata* Cuv. conservé dans l'alcool, cet auteur met en évidence, par l'acide oxalique, l'existence du carbonate de chaux dans les cellules. Il refuse cependant le nom de « cellules calcaires » proposé par JOYEUX-LAFFUÏE, étant donné que la présence de calcaires paraît inconstante.

Cette classification de BROCK a été adoptée par F. BERNARD (1890) pour le groupe des Prosobranches.

SEMPER (1857) avait auparavant distingué chez les Pulmonés trois catégories cellulaires :

1° des cellules rondes avec un noyau bien visible et un contenu très transparent dont la nature glycogénique a été établie par les travaux ultérieurs, surtout ceux de BARFURTH (1885) et de BLUNDSTONE (1885), etc. Cette catégorie correspond aux cellules vues et décrites, pour la première fois, par LEYDIG (1850) chez les Pulmonés. Pour BLUNDSTONE, ces cellules ne sont autres que les cellules plasmatiques de BROCK et les vésicules de LANGER ;

2° des cellules caractérisées par des granules basophiles d'un éclat mat semblable à celui des graisses ;

3° enfin, des cellules calcaires contenant du carbonate de chaux.

BROCK admet la classification de SEMPER ; mais il nie la nature lipidique des granules de la deuxième catégorie de cellules. De plus, il réunit ces trois types sous la dénomination de « *Plasmazellen* ».

CUÉNOT (1898), par la méthode des injections physiologiques, met en évidence dans le tissu conjonctif des éléments susceptibles d'emmagasinier les colorants introduits dans l'organisme. Ces éléments ainsi définis ont été désignés par cet auteur sous le nom de « cellules excrétrices ». Ce sont les cellules de Leydig et les cellules plasmatiques qui jouent ce rôle d'excrétion. Quant aux cellules à granules basophiles de SEMPER, elles ne possèdent aucune fonction excrétrice. Il les rapproche des « *Mastzellen* » des Vertébrés à cause de leur coloration par la thionine.

Max KOLLMANN (1908) en étudiant les éléments du tissu conjonctif considère les cellules de SEMPER comme des éléments de réserve dont le contenu serait utilisé pendant la période de l'hibernation.

Les cellules calcaires ont été étudiées dans leur moindre détail par Marcel PRENANT (1924). Cette étude ne laisse pour le moment rien à reprendre.

Tels sont, brièvement résumés, les travaux essentiels sur le tissu conjonctif des Lamellibranches et des Gastéropodes qui font plus spécialement l'objet de ce travail. J'ai dit en commençant que les observations sur le tissu conjonctif sont très dispersées, il est impossible de ne pas négliger quelques travaux d'ailleurs d'importance secondaire pour la connaissance de ce tissu.

CHAPITRE III

ÉTUDE PERSONNELLE DE LA DISPOSITION DU TISSU CONJONCTIF CHEZ DIVERSES ESPÈCES

§ 1. — **Lamellibranches.**

Avant de procéder à une étude synthétique des différents types cellulaires rencontrés dans le tissu conjonctif des Lamellibranches et des Gastéropodes et d'en poursuivre l'étude cytologique, cytochimique et histophysiologique, il importe d'examiner du point de vue de l'anatomie microscopique le tissu conjonctif d'un certain nombre d'espèces principales de ces groupes.

Je commencerai par examiner le tissu conjonctif de la Moule que j'ai plus particulièrement étudié, puis je rattacherai à ce type les diverses autres espèces que j'ai eues à ma disposition.

Mytilus edulis L. et *Mytilus galloprovincialis* Lmk.

Le tissu conjonctif de la Moule est un tissu vésiculeux. Il forme toute la masse du manteau, de l'espace péripharyngien et du pied, abstraction faite des glandes

byssogènes qui n'en sont d'ailleurs que des dépendances.

Il existe une substance fondamentale qui prend électivement le vert lumière et qui est parsemée parfois d'un grand nombre de lacunes dont l'ensemble forme un réseau à grandes mailles.

L'abondance de lacunes amène, bien entendu, la rareté de la substance interstitielle. Cependant, dans certains endroits du manteau et de la masse péripharyngienne, notamment dans les couches situées immédiatement au-dessous des cellules épithéliales du revêtement externe, le tissu conjonctif devient relativement compact en ce sens que la substance interstitielle est plus abondante et les lacunes moins nombreuses.

Ce tissu est nettement séparé des cellules épithéliales par une membrane basale, de nature conjonctive, constituée par un fin feutrage des fibrilles collagènes qui se colorent par exemple en bleu intense dans la coloration de Mallory.

Au sein du tissu conjonctif, se trouvent des fibres musculaires assez nombreuses dans le manteau, en quantité relativement restreinte dans la masse péripharyngienne. Les fibres musculaires sous-épithéliales ont une orientation parallèle à la surface du manteau ; elles sont en général isolées. Plus à l'intérieur, cette orientation devient absolument quelconque et il n'est pas rare de trouver des fibres s'associer en faisceaux. Dans le pied, les muscles, inexistant vers l'extrémité libre, se développent au fur et à mesure que l'on descend vers la base où le tissu conjonctif est rempli d'un grand nombre de champs musculaires longitudinaux, c'est-à-dire orientés suivant le grand axe du pied. Les cellules

conjonctives et les cellules libres sont très abondantes. Il en est de même pour les fibres conjonctives.

Disséminés dans ce tissu, on voit des éléments, à granulations acidophiles, nommés Rundzellen (Pl. V, fig. 56), qui vers la surface se transforment en éléments à grains sidérophiles. Ces derniers donnent naissance aux cellules muqueuses.

Dans la masse du manteau formée surtout par les lobes hépatiques à la partie antérieure et par la glande génitale à la partie postérieure, il existe un tissu conjonctif qui comble tous les interstices. Dans ce tissu, on observe des cellules spéciales arrondies ou étoilées ayant tendance à former un réseau. Elles contiennent dans leur cytoplasme un certain nombre de globules de graisse et un grand nombre de granulations amphophiles, d'où le nom de cellules adipo-granuleuses que je leur ai réservé.

Arca barbata L.

Le tissu conjonctif d'*Arca* est un tissu compact, au contraire de ce que j'ai signalé chez la Moule. Il est séparé par une membrane basale de nature conjonctive, de l'épithélium de revêtement formé de cellules prismatiques, hautes, présentant à la fois une bordure en brosse et des cils. Le noyau, allongé, occupe la base de la cellule.

Les lacunes manquent totalement ou, si elles existent, sont en nombre restreint. Les muscles, par contre, prennent un développement relativement considérable.

Les cellules fixes sont très peu visibles. Leur cytoplasme n'est souvent pas apparent ; quand on le voit,

il est formé d'une couche très mince entourant le noyau ; il est, d'autre part, impossible de distinguer des prolongements étoilés et des anastomoses. Les cellules libres ne présentent aucune particularité.

Les cellules muqueuses sont ici beaucoup plus nombreuses. Elles forment sous l'épithélium une sorte de tissu ; on trouve des éléments muqueux isolés jusque vers l'intérieur du manteau.

A l'extrémité du repli interne du bord du manteau, j'ai observé l'existence de cellules allongées dont le cytoplasme est rempli par de très fines granulations qui se colorent très faiblement par les couleurs acides (Pl. V, fig. 58).

THIELE (1893) a observé (p. 224) à la base de ce repli chez *Arca noae* L. des cellules glandulaires sous-épithéliales qu'il appelle glandes de périostracum qui se prolongent jusqu'à la base de cet organe. Ici, ces cellules se trouvent au sein du tissu conjonctif et occupent seulement l'extrémité du repli ; elles ne se prolongent pas jusqu'à la base de périostracum.

Du côté du repli externe, j'ai observé des cellules spéciales à boules protidiques qui n'ont été signalées ni par RAWITZ (1890) ni par THIELE (1893) qui se sont spécialement occupés des Arcacés.

Le cytoplasme de ces cellules (Pl. III, fig. 26) finement granuleux est creusé à l'un des pôles d'une grande vacuole contenant une masse sphérique acidophile de structure compacte et uniforme.

Arca tetragona Poli

Le tissu conjonctif de cette espèce est, dans son ensemble, identique à celui d'*Arca barbata*. Il faut

cependant signaler l'absence totale des deux dernières variétés cellulaires. Il s'y ajoute un certain nombre de types cellulaires particuliers qui lui sont propres.

D'abord, des cellules libres d'un aspect caractéristique ayant les mêmes dimensions que les cellules libres normales, mais qui s'en distinguent cependant par un noyau pycnotique allongé ou à contour irrégulier entouré d'un protoplasma réticulé sidérophile (Pl. III, fig. 32 et 35). Ensuite, des cellules conjonctives pigmentaires, dont le pigment variant du jaune clair au brun marron, appartient au groupe des mélanines (Fig. 1). Parmi ces deux types, on rencontre des cellules plus volumineuses, rappelant les cellules adipo-granuleuses de la Moule. Il s'agit peut-être d'éléments identiques.

Je signale enfin dans la région sous-épithéliale, la présence de grandes cellules dont le contenu est constitué par des mottes fortement sidérophiles. En dehors de cette espèce, je les ai retrouvées aussi chez *Lima*. M. KOELMANN (1908) les signale chez *Arca tetragona* sous le nom de cellules vésiculaires qu'il rapproche des cellules plasmatiques des Gastéropodes.

La nature de ces mottes m'est restée inconnue malgré le nombre des réactions histochimiques que j'ai appliquées à leur niveau. Leur évolution et leur rôle restent également indéterminés.

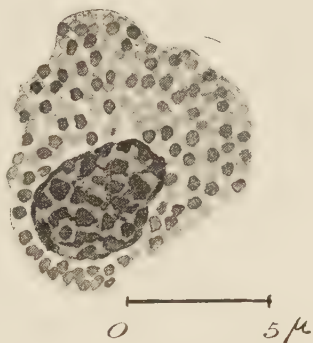


Fig. 1. — *Arca tetragona* Poli.
Cellule libre remplie de grains de pigment (mélanine). Zenker, hématoxyline ferrique-éosine.

Avicula hirundo L.

Le tissu conjonctif ressemble à celui de *Pecten jacobaeus* L. étudié plus loin. La substance interstitielle est encore plus abondante, les lacunes sont beaucoup plus rares. Les cellules fixes sont nombreuses avec noyau ovale, volumineux et nucléolé. Le protoplasme tantôt abondant, tantôt réduit, entoure le noyau et envoie des prolongements assez nettement visibles. Les éléments libres sont, au contraire, en nombre réduit.

Les cellules muqueuses forment une couche sous-épithéliale. Leur contenu consiste soit en granulations sidérophiles (de mucigène) remplissant la cellule, soit en une masse hyaline muqueuse provenant de la dissolution des grains sidérophiles.

Gryphaea angulata Lmk.

Le conjonctif ressemble dans ses grandes lignes à celui de la Moule. Les cellules libres en grande abondance présentent parfois un protoplasme granuleux. Il ne faut pas les prendre pour des *Rundzellen*, qui manquent totalement.

Les muscles forment des fibres isolées et surtout des faisceaux longitudinaux. Il existe au voisinage de ces faisceaux musculaires surtout, et un peu partout dans le tissu conjonctif, des cellules contenant un certain nombre de granulations sidérophiles de taille différente que je signale en passant. Il ne faut pas les confondre avec les éléments à granulations sidérophiles des cellules muqueuses. Elles en diffèrent par leur aspect et par la nature de leurs granulations.

Pecten jacobaeus L.

Le tissu conjonctif de cette espèce possède une substance fondamentale, par moment très abondante. Les cellules fixes se trouvent situées au sein de cette substance ; elles sont relativement rares, mais faciles à observer. Leur noyau, ovale, nucléolé, renferme des grains de chromatine. Le protoplasme forme une mince couche autour du noyau.

Les cellules libres existent en grande abondance. Leur protoplasme présente parfois un corpuscule sidérophile près du noyau (Fig. 2, C).

Celui-ci se présente sous des formes diverses : sphérique, en croissant, bilobé. Certaines cellules en possèdent un deuxième. Ces diverses formes sont très fréquentes chez cette espèce et correspondent sans au-

cun doute aux différents stades de la division amitotique.

Les fibres conjonctives sont nombreuses, avec un trajet plus ou moins sinueux et une orientation parallèle à la surface.

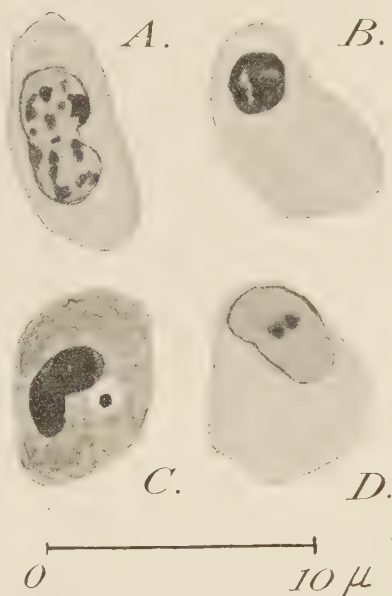


Fig. 2. — Cellules libres.

Zenker, hématoxyline ferrique-éosine.

A. *Pecten jacobaeus* L. Cellule libre du type II

B. *Pecten jacobaeus* L. Cellule libre du type I.

C. *Pecten jacobaeus* L. Cellule libre avec centrosome.

D. *Venus verrucosa* L. Cellule libre du type III.

Les fibres musculaires abondent également, elles sont du type lisse. Cependant le muscle d'occlusion présente une nette striation. Cette observation affirme l'existence des muscles striés chez *Pecten* signalée déjà par BLANCHARD. Je ne puis d'accord avec TURCHINI (1923) admettre le point de vue de FOL (1888) qui nie complètement l'existence des muscles striés chez les Mollusques. PANETH prétend avoir observé des muscles striés chez les Pléropodes et les Hétéropodes. Le seul genre de Pléropodes : *Gasteropleron*, que j'ai étudié, m'a paru en être totalement dépourvu.

Lima hians Gm.

Les conditions sont les mêmes que chez les espèces précédentes. J'ajoute, en outre, l'existence des cellules à molles sidérophiles que j'ai décrites à propos d'*Arca tetragona* Poli.

Venus verrucosa L.

Le tissu conjonctif de cette espèce n'a rien de particulier, si ce n'est l'existence d'un tissu tout spécial comparable aux tissus parenchymateux des Végétaux. Ce tissu est formé par de grandes cellules polyédriques configurées présentant un contenu finement granuleux et un volumineux noyau nucléolé (Fig. 3). A côté d'elles, il en existe d'autres dont le contenu a disparu totalement ou partiellement. Ces éléments, vidés de leur contenu, peuvent spontanément se confondre avec des lacunes du tissu conjonctif. Nous verrons par la suite ce qu'il faut penser de ces éléments.

Tapes decussatus L.

Le tissu conjonctif est comparable à celui de la Moule. Il n'en diffère que par l'abondance des lacunes



Fig. 3. — *Venus verrucosa* L.

Tissu parenchymateux. On remarque dans les espaces intercellulaires quelques cellules conjonctives fixes. Zenker, hématoxyline ferrique-éosine.

plus étendues, des cellules libres et des cellules muqueuses. On observe de plus l'absence totale des *Rundzellen* à granulations éosinophiles.

§ 2. — Gastéropodes.

a) PROSOBRANCHES

Patella caerulea L.

Cette espèce montre un développement considérable du tissu conjonctif. Dans la substance interstitielle, on

rencontre un grand nombre de fibres conjonctives dirigées dans toutes les directions. Les éléments musculaires existent toujours, ils constituent dans le pied une zone dense placée parallèlement à la surface épithéliale.

Les cellules fixes, assez nombreuses, se reconnaissent à leur noyau nucléolé et leur protoplasme muni de

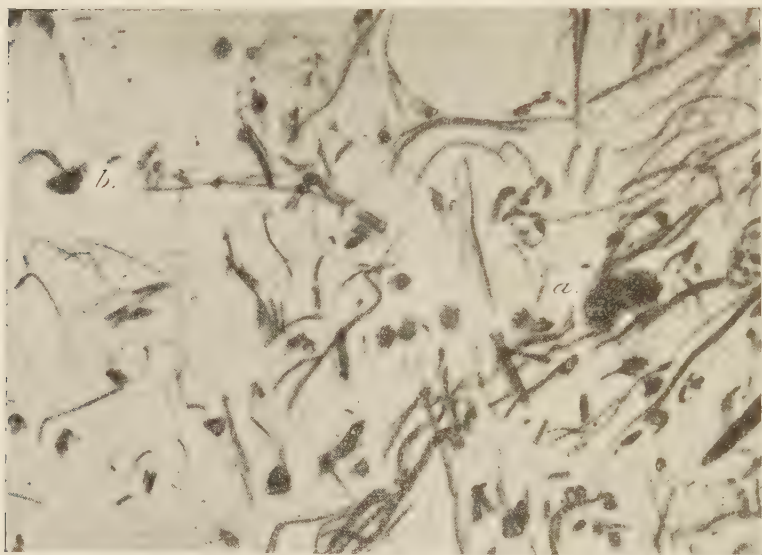


Fig. 4. — *Patella caerulea* L.

Vue générale du tissu conjonctif. a) cellule à granulations amphophiles protidiques ;
b) cellule à chromolipides.

prolongements. Les cellules libres, par moment en grand nombre dans le manteau, deviennent tellement denses dans certains endroits du corps qu'elles masquent les autres éléments du tissu conjonctif.

Dans ce tissu, il est facile de distinguer trois variétés cellulaires (Fig. 4) :

1° De grandes cellules très nombreuses dans tout le corps, reconnaissables à leur contenu constitué par de très nombreuses granulations amphophiles et fortement sidérophiles, qui remplissent la cellule (Fig. 4, a). Leur noyau est en général caché et recouvert par le contenu granuleux ; quand on peut l'observer, il est pariétal, refoulé et écrasé contre la membrane. On peut cependant lui reconnaître une structure nucléolée. Vers le bord du manteau, on les voit se transformer en des cellules muqueuses.

2° Des cellules excrétrices dérivant des éléments précédents par la disparition plus ou moins totale de leurs granulations et l'apparition de cristaux jaunâtres probablement de nature purique (Pl. III, fig. 33 et 34). La dénomination de cellules excrétrices tient à leur comportement vis-à-vis des substances étrangères introduites dans l'organisme. Après injection de carminate d'ammoniaque, on voit le colorant s'accumuler dans ces cellules (Pl. II, fig. 25).

3° Enfin dans la masse du pied et du manteau, on observe des éléments de dimensions réduites dont le protoplasme envoie des ramifications plus ou moins longues. Le noyau peu chromatique présente une structure nucléolée. Le cytoplasme est rempli de boules incolores que l'hématoxyline teint en gris noirâtre (Fig. 4, b). Elles se colorent également par les colorants des graisses. Il s'agit sans doute des grains lipidiques en voie de transformation en un pigment chromolipidique par oxydation. Quand celle-ci n'est pas très poussée, les grains lipidiques sont incolores, mais ils ont déjà perdu leurs caractères de solubilité. Au fur et à mesure que l'on s'approche de l'épithélium de revêtement du pied,

l'oxydation devient de plus en plus poussée, les grains se colorent alors en noir de plus en plus intense.

Ces éléments sont surtout localisés dans le pied et le bord du manteau. Ce n'est qu'exceptionnellement qu'on les trouve ailleurs.

Murex brandaris L.

Le tissu conjonctif du bord palléal de cette espèce semble, à première vue, être un tissu spongieux, avec peu de substance fondamentale. Vers le bord externe, celle-ci devient plus dense, permettant ainsi de mieux observer les rapports des éléments du tissu.

On observe dans ce tissu tout d'abord des éléments musculaires prédominants constitués par des fibres isolées dans la partie interne et par des faisceaux longitudinaux et transversaux vers la surface externe. On observe ensuite des éléments cellulaires comprenant :

1° des cellules fixes, à gros noyau nucléolé, dont les prolongements cytoplasmiques s'anastomosent dans la substance interstitielle.

2° des cellules libres qui se distinguent grâce à leur contour net. Leur variété se reconnaît d'après la structure de leur noyau. Celui-ci se présente sous trois aspects différents :

a) il se caractérise par une membrane et un ou plusieurs nucléoles (Pl. I, fig. 4) ;

b) il est constitué par un réseau chromatique assez dense (Pl. I, fig. 10) ;

c) il présente une structure uniforme et très chromatique (Pl. I, fig. 5).

Le cytoplasme dans les cellules jeunes est formé d'une mince couche entourant le noyau. Dans la suite, il

devient plus abondant et se creuse d'une ou plusieurs vacuoles.

A l'intérieur du cytoplasme de certaines cellules libres du type *a*), on observe de très fines granulations sidérophiles (Pl. II, fig. 18). Ces éléments sont à l'origine des cellules à enclaves phénoliques réparties dans tout le tissu. Ces cellules ont un contenu grossièrement granuleux donnant les réactions histochimiques des produits phénoliques.

On observe enfin des cellules muqueuses très nombreuses qui sont tassées sous l'épithélium et ont un noyau pycnotique, et des cellules calcaires situées en une rangée à la face inférieure du bord palléal et qui contiennent des grains de calcaire de taille variable.

Un fragment de tissu fixé à l'alcool et traité par la gomme iodée ou le Lugol fait apparaître dans beaucoup d'espaces lacunaires la présence de glycogène. Ces espaces vides qui paraissent comme des lacunes après la plupart des fixations, ne sont que des cellules de Leydig remplies de glycogène. Un examen attentif permet d'observer l'existence d'un noyau plus ou moins chromatique qui peut aller jusqu'à l'aspect pycnotique. Autour de ce noyau, le cytoplasme, peu abondant, forme de très fins prolongements qui vont du noyau à la périphérie de la cellule.

b) OPISTOBRANCHES

Le tissu conjonctif présente un aspect homogène et caractéristique dans tout le groupe, de sorte que, dans la plupart des cas, un examen superficiel de ce tissu permet de distinguer facilement le type Opistobranché.

Il est caractérisé d'abord par la richesse de la substance fondamentale dans la généralité des cas, ensuite et surtout par le nombre extrêmement grand des fibres collagènes qui, par endroit, offrent une densité considérable, et enfin par la présence constante des cellules plasmatiques. L'examen des figures 59, pl. V et 60, pl. VI fait mieux connaître l'aspect de ce tissu qu'une longue description.

Gasteropteron Meckeli, Kosse

C'est le seul genre que j'ai pu étudier dans l'ordre des anciens Pléropodes aujourd'hui subdivisé en trois familles ; Spiratellides, Cymbulides et Cavolinides appartenant aux Bullomorphes et les Gymnosomes placés actuellement dans les Aplysiomorphes.

Le tissu conjonctif occupe tout le lobe parapodial. Il est caractérisé par la prédominance des fibres conjonctives plus ou moins recourbées, entrelacées dans tous les sens et les fibres musculaires. Ces dernières forment une couche sous-épithéliale circulaire à laquelle fait suite une autre couche constituée par des fibres longitudinales. Outre ces deux couches, il existe, mais rarement, des faisceaux musculaires longitudinaux au sein du tissu.

Les cellules conjonctives sont extrêmement rares, ainsi que les cellules libres. Ces dernières s'observent toujours, en petit nombre, sur le bord libre du lobe parapodial, là où le tissu conjonctif est relativement compact.

Les cellules muqueuses, en nombre également restreint, se présentent sous la forme d'une bouteille dont le col est insinué entre les cellules épithéliales. Le

contenu est formé soit par du mucus, soit par du mucigène.

Les cellules plasmatiques (Pl. IV, fig. 44 et 45) sont dispersées dans le tissu ; leur nombre et leurs dimensions sont réduits.

Aplysia depilans L. et *Okenia elegans* F. S. Lkt.

La structure du tissu conjonctif rappelle celle décrite chez *Archidoris* ; cependant il faut signaler l'absence totale des spicules calcaires.

Oscanius membranaceus, Montagu.

Le tissu conjonctif est identique aux précédents. On y retrouve les mêmes types cellulaires.

Les cellules plasmatiques sont rares, mais bien caractéristiques. Elles sont allongées, plus ou moins incurvées, possédant des étranglements bien marqués (Pl. IV, fig. 49 et 50). Le noyau renferme des blocs de chromatine avec un petit nucléole, il est entouré d'un cytoplasme granuleux. Les compartiments dus aux étranglements sont creusés chacun d'une vacuole contenant une boule sidérophile.

Pleurobranchaea Meckeli, Leue

Le tissu conjonctif de cette espèce ne diffère pas dans son ensemble des types précédents. La présence des cellules plasmatiques cependant me paraît douteuse ; je les ai en vain cherchées dans les préparations. Par contre, il existe un grand nombre de cellules libres contenant dans leur cytoplasme des granulations sidé-

rophiles et argentaffines. Il s'agit peut-être d'éléments semblables aux cellules de Semper des Pulmonés.

Archidoris tuberculata, Cuv.

Cette espèce présente un tissu conjonctif relativement compact. La substance intercellulaire est abondante et les lacunes réduites. Les fibres conjonctives constituent, par endroits, un enchevêtrement si dense qu'elles cachent tous les autres éléments du tissu.

On distingue la plupart des types cellulaires rencontrés dans les groupes précédents. Ce sont d'abord : les cellules fixes, plates, à prolongements peu marqués et à protoplasme peu colorable. Leur noyau présente toujours une structure nette et nucléolée. Les cellules libres, ensuite, existent en nombre restreint. Les différentes variétés décrites dans le cas de *Murex* paraissent faire défaut.

Au-dessous de l'épithélium de revêtement on observe une zone constituée par des cellules muqueuses à noyau pycnotique dont le contenu se montre en traînées parallèles dues à l'action de l'acide acétique. Ces cellules sont entremêlées par d'autres éléments à grains sidérophiles et à noyau volumineux pourvu d'un nucléole. Ces grains sont de nature mucigène.

L'élément le plus fréquent de ce tissu est représenté par les *Plasmazellen*, cellules arrondies ou ovales, pourvues, dans certains cas rares, de courts prolongements dont le cytoplasme renferme un certain nombre de boules amphophiles de taille variable (Pl. IV, fig. 42).

Les téguments de cette espèce présentent une rugosité caractéristique. Elle est due à la présence, dans le tissu conjonctif, des spicules calcaires qui font saillie

à l'extérieur et rendent la surface du corps rugueux. Ces spicules sont contenus dans des cellules ayant un noyau chromatique et une écorce cytoplasmique semblable à celle des cellules plasmatiques. La formation de ces spicules, inconnue jusqu'à ces dernières années, a été bien mise en évidence par le travail de Marcel PRENANT (1924).

Marsenia perspicua L.

Le tissu conjonctif de cette espèce ressemble dans ses grandes lignes à celui de *Gasteropteron*. Néanmoins, il faut noter une abondance extraordinaire de fibres collagènes d'une grande finesse, plus ou moins longues et sinueuses s'entrecroisant dans tous les sens et formant par endroit une sorte de réseau (Pl. VI, fig. 60).

Les cellules fixes et les cellules libres sont relativement plus nombreuses. Des fibres musculaires isolées s'observent dans tout le tissu. Vers la périphérie, le tissu conjonctif est creusé de lacunes parfois de grandes dimensions.

Les éléments caractéristiques sont les *Plasmazellen*, Ce sont des éléments avec un corps cellulaire réduit et de très longs prolongements s'enfonçant dans le tissu conjonctif (Pl. IV, fig. 51 et 52). Il est très difficile de pouvoir observer une cellule entière sur une coupe. Les prolongements présentent de très fines granulations éosinophiles.

Un exemplaire de cette espèce m'a montré au sein du tissu une formation végétale appartenant au groupe des Cyanophycées. Certains de ces organismes vivant fixés sur les léguments de divers animaux marins peuvent donc accidentellement pénétrer dans les tissus des ani-

maux sur lesquels ils sont fixés. Cette pénétration doit s'effectuer par les endroits de moindre résistance. En fait, j'en ai trouvé une assez grande quantité, dont je n'ai pu déterminer l'espèce, sur les parois d'une grande lacune sous-jacente à l'épithélium de revêtement du manteau.

c) PULMONÉS

Oncidiella nana, Philippi

L'espèce *Oncidiella nana* Philippi, se place ordinairement parmi les Pulmonés. La respiration est en grande partie cutanée. Le poumon est constitué par de nombreux replis des parois d'une cavité palléale qui communique avec l'extérieur par un pneumostome.

JOYEUX-LAFFUIE a montré que les larves de la famille des Oncidiidés pélagiques ressemblent énormément à celles des Opistobranches, en ce sens qu'elles possèdent une coquille spiralée et un velum cilié.

Un examen histologique m'a permis de constater une analogie parfaite du tissu conjonctif de cette espèce avec les autres types des Opistobranches (Pl. V, fig. 59).

Au point de vue de l'anatomie microscopique, cette espèce ne diffère en rien du type général. Les cellules plasmatiques (Pl. IV, fig. 47 et 48) allongées, parfois même bifurquées (Pl. IV, fig. 46), contiennent de nombreuses vacuoles et des granules sidérophiles.

Les observations précédentes peuvent présenter un intérêt phylogénique. Cette espèce considérée comme le terme de passage entre les deux groupes des Opistobranches et des Pulmonés offre peut-être l'origine de ces dernières.

Dernièrement A. LABBÉ (1933), en se basant sur un caractère essentiel, c'est-à-dire la présence de silice dans les téguments et un certain nombre d'autres caractères d'ordre anatomique, a été amené à faire du groupe des Oncidiidés un ordre nouveau d'importance égale à celui des Pulmonés et des Opisthobranches qu'il nomme : Silicodermés.

Indépendamment des observations de cet auteur et les ignorant et par des caractères purement histologiques, j'étais arrivé (1937) à proposer de dégager des Pulmonés le genre *Oncidiella*.

Zonites algirus L., *Helix aspersa* Müller
Helix pomatia L.

Le tissu conjonctif des Pulmonés est très homogène. On y reconnaît la plupart des types cellulaires existant chez les Prosobranches. D'abord les cellules fixes avec les mêmes caractères cytologiques que chez le *Murex*. Dans les cellules libres, on distingue deux variétés seulement : une première à petit noyau très chromatique d'une structure homogène et une seconde présentant une structure semblable à celle des éléments libres du type *b* de *Murex*.

Les cellules de Leydig sont également semblables à celles de *Murex*. Elles contiennent, outre le glycogène, un nombre restreint de grains acidophiles dont la nature reste inconnue.

Les cellules à enclaves phénoliques, très abondantes, constituent un tissu tout à fait spécial qui peut être classé parmi les tissus de soutien vésiculeux établis par SCHAFFER. Elles correspondent, comme je le montrerai, aux *Mastzellen* de CUÉNOT. Ce sont des cel-

lules relativement volumineuses avec un noyau excentrique. Le cytoplasme contient de nombreuses granulations oxyphiles protidiques et un certain nombre de boules basophiles situées, de préférence, autour du noyau (Pl. VI, fig. 61) et qui se révèlent aux réactions histochimiques que j'ai pratiquées comme des produits phénoliques. Vers la surface, ces cellules prennent un aspect particulier, sortes de vésicules allongées perpendiculairement à la surface, remplies de boules basophiles de taille variable placées à la périphérie de la cellule (Pl. VI, fig. 63 a). Une fois dans la région superficielle, ces cellules poussent un col vers l'extérieur pour déverser leur contenu en dehors de l'organisme.

Entremêlés avec ces cellules phénoliques, on observe d'autres éléments bourrés de granules protidiques. Ceux-ci, dans les grandes cellules superficielles, se rétractent en une masse compacte au centre de la cellule (Pl. VI, fig. 63 b). Ces éléments, correspondant sans doute aux *Eiweisszellen* des auteurs allemands, ne sont autres que la phase mucigène dans l'évolution des cellules muqueuses.

Arion rufus L.

Les conditions sont semblables aux précédentes ; cependant les cellules à enclaves phénoliques manquent totalement.

Vers la surface externe, le tissu conjonctif renferme un pigment noir appartenant au groupe des mélanines. On observe d'autre part des grains de pigment dans certaines cellules libres (Pl. I, fig. 11) au sein du tissu conjonctif, il est donc possible que ce pigment ait une origine conjonctive.

§ 3. — Amphineurs et Scaphopodes.

Le tissu conjonctif des Amphineurs et celui des Scaphopodes, d'après les quelques observations que nous avons pu faire, se rapprochent de celui des Lamellibranches.

Nous avons examiné des préparations de *Chiton cinereus* L. et d'*Acanthochites fascicularis* L., d'une part, et de *Dentalium vulgare* da Costa, d'autre part.

Chez les Amphineurs, dans une substance interstitielle, sont noyées : 1^o des cellules fixes avec un protoplasme peu colorable pourvu de prolongements et un noyau chromatique et nucléolé ; 2^o des cellules libres de petite taille, à noyau chromatique et à mince pellicule de cytoplasme ; 3^o des cellules excrétrices arrondies, qui d'après CUÉNOT (1890) sont remplies de granules de taille différente, les plus petits absorbant le carminate injecté dans le corps de l'animal. En plus de ces éléments, on observe des fibres musculaires et des fibres conjonctives dirigées dans tous les sens.

Chez les Scaphopodes, j'ai observé de grandes cellules à mottes sidérophiles qui emplissent tout le tissu conjonctif et dont je n'ai pu préciser, pour le moment, la nature.

§ 4. — Céphalopodes.

Le tissu conjonctif des Céphalopodes (*Sepia officinalis* L., *Octopus vulgaris* Lmk [*Polypus octopus* L.]) semble se rapprocher étroitement de celui des Verté-

brés. Ceci tient à ce que, d'une part, la substance interstitielle est constituée, d'après les auteurs, de collagène et non de réticuline, comme c'est le cas pour les autres groupes des Mollusques et à ce que, d'autre part, les cellules fixes sont fusiformes, semblables aux fibroblastes des Vertébrés et ne semblent pas, selon l'opinion d'un grand nombre d'auteurs, s'anastomoser. Cependant GIROD (1883) signale que les cellules fixes sont pourvues de prolongements ténus qui se réunissent aux prolongements des cellules voisines. Mes observations insuffisantes ne permettent pas de trancher la question. En effet, le cytoplasme de ces cellules est très réduit et bien peu colorable, ce qui rend l'observation difficile. Outre ces éléments, il existe des cellules libres avec cytoplasme plus ou moins abondant et noyau de forme variable.

Parsemées dans le tissu conjonctif, on observe des cellules de 15-20 μ , dont le cytoplasme est bourré de granulations éosinophiles de taille identique. Ces cellules à grains acidophiles ressemblent étrangement aux Rundzellen de certains Lamellibranches. Je crois qu'il s'agit de deux formations analogues tant au point de vue morphologique que physiologique.

Je signale encore l'absence des cellules de Leydig à contenu glycogénique qui existent d'une manière presque constante chez les Lamellibranches et les Gastéropodes.

Quant aux fibres conjonctives, je n'ai pu mettre en évidence que des fibres collagènes s'entrecroisant en tous sens ; les fibres élastiques, dont la présence est discutée chez les Céphalopodes, me paraissent manquer.

CHAPITRE IV

ÉTUDE PERSONNELLE

DES

DIVERS ÉLÉMENTS DU TISSU CONJONCTIF

L'étude précédente m'amène à reconnaître dans le tissu conjonctif un certain nombre d'éléments que je vais étudier dans leurs détails en commençant par ceux communs à tous les groupes.

I. — ÉLÉMENTS COMMUNS

A TOUTES LES CLASSES DE MOLLUSQUES.

§ 1. — Cellules fixes et substance fondamentale.

Les cellules fixes sont des éléments très minces et très plats, ce qui les rend difficiles à observer, du moins dans les détails. Elles sont en général recouvertes, même dans les coupes très minces, par d'autres éléments du tissu conjonctif. Tantôt étoilées, tantôt fusiformes, elles présentent des ramifications qui s'anastomosent entre elles (Fig. 5) dans le réseau formé par la substance fondamentale qui présente par ce fait un état plus ou moins lamellaire au sens de LAGUESSE,

Le noyau ovale, d'assez grandes dimensions, possède une mince membrane, un nucléole plasmatique et de nombreux petits grains de chromatine (Pl. I, fig. 1, 2 et 3).

La cellule conjonctive, ainsi décrite, présente des aspects différents avec l'âge.

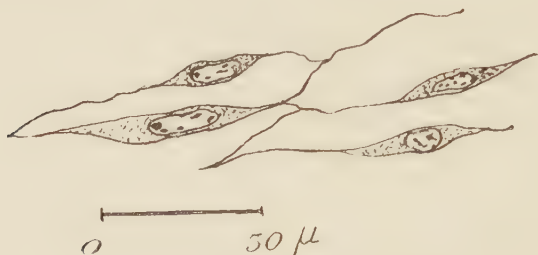


Fig. 5. — *Okenia elegans* F. S. Lkt.

Cellules fixes s'anastomosant entre elles. Zenker, Mallory.

Le cytoplasme, d'abord abondant (Fig. 6, A), se réduit au fur et à mesure que la cellule vieillit (Pl. I, fig. 3) ; on y voit apparaître de nombreuses vacuoles et finalement il ne forme qu'une couche extrêmement mince autour du noyau et, dans certaines cellules, il devient même presque impossible à distinguer.

Le noyau est également sujet à des modifications ; il se flétrit et diminue de taille à mesure que la cellule avance en âge. Il prend dans les cellules âgées un aspect pycnotique (fig. 6, B) et ne forme parfois qu'une masse sidérophile irrégulière.

Le chondriome de ces cellules se présente sous la forme de mitochondries éparses dans le cytoplasme (fig. 6, C).

Sur une coupe à la congélation après fixation préalable au formol, colorée par le Soudan III, on observe

dans le cytoplasme un assez grand nombre de boules graisseuses.

Les préparations ordinaires à l'hématoxyline font

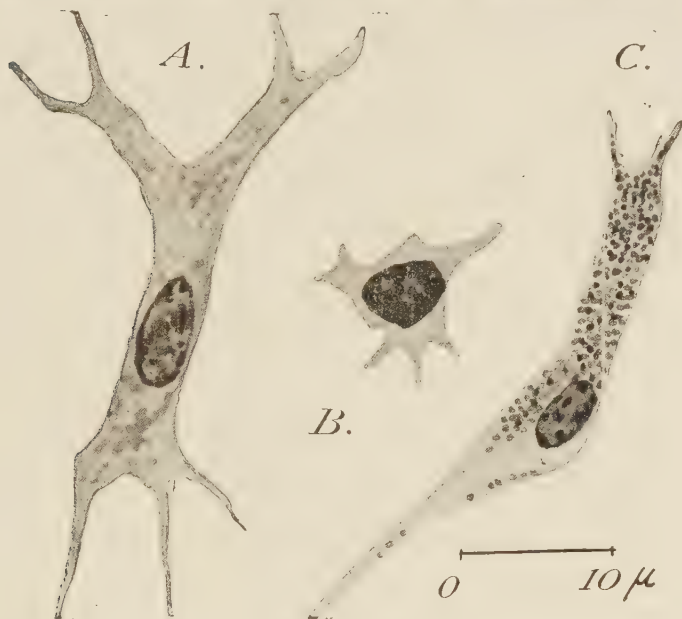


Fig 6. — Cellules fixes.

- A. *Pecten jacobæus* L. Cellule fixe jeune à protoplasme abondant et à noyau présentant une structure nette.
- B. *Pecten jacobæus*. Cellule fixe ancienne à cytoplasme réduit et à noyau pycnotique. Zenker, hématoxyline ferrique-éosine.
- C. *Tapes decussatus* L. Chondriome des cellules fixes. Liquide de Tupa, fuchsine-acide-vert de méthyle.

apparaître dans le cytoplasme un ou plusieurs grains sidérophiles (Pl. I, fig. 1 et 2).

En faisant vivre des Anodontes dans une solution de bleu trypan dans l'eau de mer, KEDREWSKY observe que ces cellules possèdent des propriétés excrétrices. J'ai repris l'expérience de cet auteur ; le résultat m'a semblé négatif.

J'ai également essayé de faire vivre des Moules et des Murex dans une solution diluée de sels de cuivre et de fer dans de l'eau de mer. Les animaux, en général,

n'ont pas pu résister pendant longtemps et les méthodes microchimiques en vue de détection des ions Fe et Cu appliquées aux survivants n'ont pas permis de déceler la présence de ces ions dans les cellules fixes.

Cependant, après l'injection d'une solution d'acétate de cuivre, l'examen des pièces prélevées et traitées *in toto* par le ferro-cyanure de potassium semble montrer quelques grains de ferro-cyanure de cuivre dans certaines cellules fixes. Toutefois, ce résultat doit être envisagé avec beaucoup de réserves.

Les cellules fixes sont noyées dans une substance fondamentale lamellaire qui se colore électivement par le vert lumière. Cette substance peut être constituée soit par du collagène, comme c'est le cas pour les Vertébrés, soit par de la réticuline, substance voisine de la première, qui en diffère cependant parce qu'elle ne donne pas de la gélatine par la coction. Aussi, pour préciser, j'ai eu recours à ce caractère différentiel.

La gélatine possède la propriété de se dissoudre à froid dans les solutions des sels neutres et particulièrement de sulfate de magnésium. Ainsi mise en solution, on peut précipiter la gélatine par acidification.

En opérant ainsi sur le liquide obtenu par la coction avec de l'eau de 86 grammes de tissus de Moule, je n'ai pu obtenir aucun précipité. Ce résultat démontre que la substance interstitielle de ce tissu conjonctif est constituée non par du collagène, mais par de la réticuline.

A côté des cellules fixes dans la substance fondamentale, les colorations de Van Gieson, de Mallory et de Curtis au picro-bleu mettent en évidence de très fines fibres collagènes, isolées ou en faisceaux, au trajet

plus ou moins sinueux, s'entrecroisant dans toutes les directions.

Je laisse de côté la question de la genèse des fibres collagènes ; à savoir : l'origine cellulaire et l'origine à partir de la substance fondamentale.

Quant aux fibres élastiques, C. SCHNEIDER (1904) en nie l'existence chez les Invertébrés. Mes recherches ne font que confirmer cette opinion. En effet, la méthode à l'orcéine et la coloration de Weigert ne m'ont pas fourni de résultats positifs.

§ 2. — Cellules libres.

Ces cellules ont été souvent signalées par les auteurs, mais elles n'ont pas fait l'objet d'une étude approfondie. Elles sont considérées comme des éléments sanguins (leucocytes) et paraissent avoir la valeur des éléments connus sous le nom de polyblastes ou d'histiocytes chez les Vertébrés.

Ces éléments cellulaires de dimensions réduites, tantôt en très grand nombre, tantôt en quantité relativement restreinte, existent partout dans le tissu conjonctif. Leur contour est nettement évasé. Le cytoplasme, dans les petits éléments, ne forme qu'une mince pellicule entourant le noyau ; mais dans les éléments plus développés, il devient deux ou trois fois plus abondant, se creuse parfois d'une ou plusieurs vacuoles. Il présente, dans la généralité des cas, une structure homogène ; il peut être finement granuleux ou d'une structure spongieuse.

Le noyau présente des aspects variables. Selon sa

structure, j'ai pu distinguer trois variétés différentes de cellules libres. Chez le *Murex*, où j'ai particulièrement étudié ces cellules, les trois variétés sont au complet et d'une grande netteté ; il n'en est pas toujours de même pour les autres espèces étudiées.

1° Le noyau est petit, sous la forme d'une masse sidérophile compacte où il est impossible de déceler une structure. La forme de ce noyau est variable. Il peut être sphérique (Pl. I, fig. 5 et Fig. 2, B), allongé en croissant, en haltère, il existe même des éléments à deux noyaux.

2° Le noyau est volumineux avec une structure en réseau chromatique plus ou moins dense (Pl. I, fig. 10 et Fig. 2, A). Dans certains cas, il existe une membrane épaisse, imprégnée sans doute de chromatine avec quelques filaments chromatiques courts, épais et sinueux (*Venus*).

3° Enfin le noyau dont les dimensions ne diffèrent guère de la variété 1, présente uniquement un ou plusieurs petits nucléoles (Pl. I, fig. 4 et Fig. 2, D).

Le chondriome, dans les cellules jeunes, apparaît sous forme d'un certain nombre de grosses mitochondries éparses dans le cytoplasme. Dans les cellules plus développées, il existe un grand nombre de petites mitochondries (Pl. I, fig. 6 et Pl. III, fig. 34).

A part le chondriome, le protoplasme contient diverses inclusions. Chez *Pecten jacoboeus* L., il présente au voisinage du noyau un grain sidérophile entouré parfois d'une zone claire. Ce grain correspond peut-être au centrosome (Fig. 2, C).

Une coloration vitale au rouge neutre m'a permis de mettre en évidence, chez la Moule, un certain nombre

de boules colorées en rouge. De même, une coloration au Soudan III y fait apparaître quelques globules de graisse.

Ces cellules sont-elles douées des propriétés excrétrices et phagocytaires ? J'ai essayé de le démontrer par la méthode des injections physiologiques. Chez le *Murex*, l'introduction d'une substance étrangère présente de grandes difficultés ; l'animal piqué se contracte fortement, rentre dans sa coquille et empêche le liquide colorant de pénétrer dans le corps. Mais une injection de carminate chez *Arion rufus* L., malgré le nombre réduit de cellules libres, m'a montré quelques cellules du type 2 renfermant des grains de colorant (Pl. I, fig. 11).

Chez *Arca tetragona* L., le tissu conjonctif, à côté des cellules libres normales, présente d'autres éléments de forme et de dimensions comparables, mais dont l'aspect est profondément différent.

Le noyau sans structure a un aspect pycnotique et possède des formes variables : il est dans la plupart des cas en forme de bâtonnet droit, rigide ou plus ou moins incurvé ; dans d'autres, c'est une masse irrégulière à contour mamelonné ou étoilé (Pl. III, fig. 32 et 35).

Le cytoplasme spongieux est représenté par un réseau sidérophile tendu entre le noyau et une membrane cellulaire très épaisse.

Le cytoplasme présente de temps à autre une cloison transversale qui permet de le diviser en deux compartiments. Le noyau demeure intact dans un des compartiments (Pl. III, fig. 32).

Entre ces éléments et les leucocytes normaux, il existe tous les intermédiaires : noyau rond avec un

commencement de pycnose et cytoplasme sans aucune particularité apparente ; ou bien, apparition du réseau sidérophile précédant la transformation du noyau. Je n'ai jamais réussi, après fixations convenables, à mettre en évidence un chondriome.

Cette forme spéciale de cellules libres ayant sans doute une parenté avec les leucocytes n'a jamais été mentionnée par aucun auteur. Le seul exemplaire de cette espèce que j'ai eu en mains ne me permet pas de dire s'il s'agit d'une forme constante ou d'un cas exceptionnel et pathologique. Il est pourtant bien probable que ces éléments résultent d'une dégénérescence des leucocytes.

§ 3. — Cellules de Leydig.

Ces cellules ont été vues pour la première fois par LEYDIG (1852) et étudiées plus tard par différents auteurs. BOLL (1869) les observe chez *Pterotrachea coronata* Forskal : ce sont, dit-il, des cellules polygonales à angles arrondies contenant un noyau chromatique entouré d'une couche de cytoplasme qui envoie des prolongements jusqu'à la périphérie de la cellule. L'ensemble de ces cellules offre l'aspect d'un tissu végétal. REUPSCH (1912), sans mentionner l'étude des auteurs qui l'ont précédé, signale chez les Hétéropodes des cellules étoilées à noyau chromatique contenant un nucléole, enfermées dans une capsule bien délimitée.

Quant à leur contenu, on sait, depuis les recherches de BARFURTH et BLUNDSTONE (1885), qu'elles contiennent du glycogène.

J'ai étudié ces cellules chez *Murex brandaris* L., où elles ont l'aspect des lacunes sanguines avec lesquelles elles peuvent facilement se confondre, d'autant plus que leur contenu disparaît sous l'influence d'un grand nombre de fixateurs.

Leur contour est nettement délimité quoiqu'elles semblent dépourvues de toute membrane. La prétendue capsule de REUPSCH n'est autre que la paroi de la cellule.

Le noyau arrondi ou ovale contient des grains de chromatine disposés parfois en une rangée contre la membrane nucléaire et un nucléole. Il est entouré d'une mince couche de cytoplasme périnucléaire réunie aux parois de la cellule par des tractus cytoplasmiques (Pl. III, fig. 36).

Les pièces fixées à l'alcool et traitées ensuite par la gomme iodée démontrent la richesse de ces cellules en glycogène. Les préparations ainsi obtenues se conservent généralement assez longtemps quoique présentant très rapidement l'inconvénient d'être peu lisibles par suite du brunissement du fond par l'iode.

J'ai donc essayé de remplacer la gomme iodée par d'autres techniques de colorations du glycogène, comme le carmin de Best, le Lugol, etc. Les résultats obtenus ont été meilleurs. Cependant et malgré une bonne fixation, l'emploi de ces techniques de coloration m'a montré, à l'examen de certains points de mes préparations, des images de « fuite » du glycogène. Cette constatation corrobore les observations faites par de nombreux auteurs sur des objets différents et après emploi des mêmes techniques. Le glycogène, enclave glucidique extrêmement labile, peut, malgré une fixation appropriée

et correctement effectuée, demeurer en certains points d'une coupe mal liée à son substratum, d'où l'explication de telles images.

Dans le cas de *Zonites*, il existe, éparses ou groupées, dans le cytoplasme un certain nombre de granulations acidophiles dont la nature et le rôle me sont restés inconnus (Pl. III, fig. 29). L'existence de telles granulations a été entrevue chez les Mollusques par A. PRENANT (*Traité d'Histologie*, 1906) (1) qui les a considérées comme un noyau secondaire. Marcel PRENANT (1922) rapproche des cellules de Leydig des Mollusques, les grandes cellules des Trématodes remplies de glycogène ; elles contiennent en outre, dispersées ou en amas, des boules de graisse résultant du dédoublement du glycogène. D'après cet auteur, les granulations des cellules de Leydig des Mollusques seraient d'une nature et d'une origine analogue. Il m'est impossible de confirmer cette hypothèse à cause de l'insolubilité de ces granulations dans les solvants des lipides.

Quoiqu'il en soit, un fait paraît certain ; c'est que les cellules de Leydig par leurs enclaves glycogéniques contribuent à la nutrition de l'animal.

Elles semblent, en outre, avoir une fonction excrétrice. CUÉNOT, par la méthode des injections, montre que ces cellules sont capables d'accumuler, par exemple, le carminate injecté dans l'organisme. Chez les Pulmonés terrestres, les cellules de Leydig sont à la fois le siège d'une substance de réserve et de produits d'excrétion. Chez les Pulmonés aquatiques, une spé-

(1) La figure donnée par cet auteur (p. 594) des cellules de Leydig chez *Helix pomatia* L. ressemble étrangement à ma figure 19, pl. II. Ce qu'il appelle cellules de Leydig me paraît bien plutôt correspondre à des cellules à enclaves phénoliques jeunes.

cialisation se produit : il existe deux catégories de ces cellules, les unes contenant du glycogène possèdent uniquement une fonction de réserve, elles sont surtout localisées autour du foie ; d'autres, au contraire, contribuent aux fonctions excrétrice et phagocytaire.

Je suppose que, chez les Pulmonés terrestres, les deux fonctions de réserve et d'excrétion ne sont pas dévolues simultanément aux cellules de Leydig, mais successivement. La cellule de Leydig devait être à l'origine un élément de réserves glycogéniques : ce n'est que plus tard, après la disparition totale ou partielle du contenu, qu'elle deviendrait le siège des produits d'excrétion.

§ 4. — Cellules muqueuses.

Le tissu conjonctif de toutes les classes de Mollusques renferme des éléments muqueux. Chez les Lamellibranches, ils ont parfois été confondus avec les vésicules de Langer à propos desquelles j'étudierai les éléments muqueux de cette classe. Chez les Gastéropodes, les cellules muqueuses offrant parfois des particularités spécifiques, je m'étendrai plus longuement sur elles au cours de mon étude des éléments spéciaux de ce groupe.

II. — ÉLÉMENTS SPÉCIAUX.

A. — LAMELLIBRANCHES.

En plus des variétés cellulaires communes à tous les Mollusques, il existe dans tout le tissu conjonctif, des cellules spéciales, pour la plupart inconnues (du

moins dans le groupe des Lamellibranches), dont ce travail n'a pas la prétention de décrire ni la totalité ni tous les détails.

Nous allons, en commençant par le groupe des Lamellibranches, décrire un certain nombre de ces formes qui nous ont paru les plus intéressantes et dont l'étude nous a permis de tirer quelques conclusions.

§ 1. — Rundzellen des Mytilidés.

Ces cellules ne sont pas communes à tous les Lamellibranches ; elles n'existent que chez un certain nombre d'espèces.

Les *Rundzellen* de *Mytilus edulis* L. sont des grands éléments de 10 à 20 μ à contour net, dont la forme n'est pas toujours arrondie comme paraîtrait devoir l'indiquer leur nom, mais souvent aussi ovale. Elles se trouvent partout dans le tissu conjonctif et plus particulièrement en grand nombre au niveau du manteau et de la masse conjonctive péripharyngienne.

La dénomination de *Rundzellen* a été donnée par J. KOLLMANN (1877) qui les avait observées pour la première fois dans le manteau de l'*Anodonte*.

FLEMMING (1877) les considérait en partie comme des cellules muqueuses. Ce sont les mêmes cellules qui ont été mentionnées sous le nom de glandes et dessinées par B. RAWITZ (1889) dans le bord du manteau de la Moule. Mais c'est LIST (1902) qui les décrit véritablement chez *Mytilus galloprovincialis* Lmk, *Mytilus minimus* Poli et *Modiolaria marmorata* Forbes en leur attribuant un rôle dans l'élaboration des produits sexuels.

Max KOLLMANN (1908) reprend l'étude de ces éléments et les fait dériver des leucocytes granuleux du sang, sans envisager ni leur destinée ni leur rôle.

Disons tout de suite que ce sont les mêmes cellules qui prennent un grand développement dans le pied et constituent la glande byssogène.

Le noyau des *Rundzellen* est sphérique, relativement volumineux et occupe toujours une position excentrique (Pl. I, fig. 12). Il est riche en chromatine dans les cellules aux dimensions réduites ; il est pâle et pauvre en chromatine dans celles qui sont plus volumineuses. Ces divers états de noyau correspondent sans aucun doute aux différents stades de l'évolution de ces cellules.

Le contenu des cellules est très caractéristique. Il est formé par des granulations sphériques subégales prenant électivement l'éosine ou tout autre colorant acide. Ces granulations remplissent le protoplasme sans aucun ordre apparent. Les cellules sous-jacentes à l'épithélium de revêtement sont sidérophiles et de taille plus grande (Pl. I, fig. 13. Pl. III, fig. 28).

J'ai essayé de préciser la nature chimique de ces granulations. Déjà l'analogie qu'elles présentent au point de vue morphologique et au point de vue de leur comportement vis-à-vis des matières colorantes avec les granulations protéiques des cellules de la glande byssogène, devait faire supposer leur nature albuminoïde. Les réactions histochimiques justifient cette supposition. La réaction de Derrien et Turchini, celle de Zacharias et celle de Millon sont, en effet, positives.

Max KOLLMANN (1908) pense que ces cellules éosinophiles ne sont autre chose que le terme ultime des

cellules granuleuses du sang fixées dans le tissu conjonctif.

J'ai observé, par contre, leurs formations dans le tissu conjonctif à partir des cellules libres non granuleuses qui ne sont que des cellules libres du tissu conjonctif, probablement des éléments sanguins très jeunes.

Ces éléments de dimensions très réduites possèdent un noyau énorme, sphérique et excentrique, riche en chromatine, entouré d'une mince pellicule cytoplasmique (Pl. I, fig. 9).

Par la suite, le noyau subit des modifications ; la chromatine s'appauvrit et devient moins dense. Dans le suc nucléaire apparaissent des granules chromatiques qui se projettent contre la membrane nucléaire. Cette dernière s'épaissit du fait de cette projection et s'imprègne de chromatine. L'hématoxyline met en évidence alors une croûte épaisse de chromatine contre la membrane et à l'intérieur du noyau un ou deux nucléoles (Pl. I, fig. 13, Pl. III, fig. 28).

Le cytoplasme augmente en volume et se charge de granulations d'abord acidophiles et de petite taille, finalement sidérophiles en même temps que leur taille s'accroît. Ces granulations sidérophiles, qui constituent à ce stade le mucigène, sont destinées soit à être expulsées à l'extérieur, soit même à subir une dissolution pour donner naissance aux vésicules muqueuses. Le noyau de la cellule prend alors un aspect pycnotique (Pl. I, fig. 14).

Si ces granulations, à ce stade, ont une grande affinité pour l'hématoxyline et en général pour tous les colorants basiques, elles ne refusent pas non plus les

couleurs acides. Ces cellules à granulations amphophiles ont été parfois appelées des « cellules sphéruleuses » dont le contenu serait des substances de réserve. D'après ce qui précède, je fais remarquer que ces éléments n'ont aucune autonomie, ils dérivent des *Rundzellen* chez la Moule ; ailleurs ils ne sont qu'un stade dans l'évolution des cellules muqueuses. Leur contenu sidérophile n'est nullement constitué de matières de réserve, mais se transforme en mucus.

L'origine des granulations des *Rundzellen* est vraisemblablement mitochondriale, mais ceci est très difficile à mettre en évidence. En effet, ces granulations se colorent par l'hématoxyline au fer de Regaud, la fuch-sine d'Altmann, le cristal-violet de Benda, aussi bien que les mitochondries. Ceci d'ailleurs est un argument en faveur de leur origine à partir du chondriome.

Les coupes fixées à l'alcool et colorées par la gomme iodée montrent la présence de glycogène dans un certain nombre de ces cellules. En général, dans celles qui sont les plus profondément situées, les *Rundzellen* sous-épithéliales ne renferment pas de glycogène.

D'après les observations qui précèdent, nous devons donc considérer :

1° Les *Rundzellen* devenues superficielles, qui ont subi la transformation muqueuse et dont le mucus est expulsé au dehors par un goulet qui s'insinue entre les cellules épithéliales de revêtement. Elles correspondent, sans doute, aux cellules vésiculeuses de KOLLMANN.

2° Les *Rundzellen* profondes qui se sont chargées de glycogène et qui ont été diversement interprétées. Leurs enclaves ont été considérées soit comme des substances

de réserve pouvant être utilisées plus tard par l'organisme, soit comme des produits d'excrétion destinés à être rejetés à l'extérieur.

L'opinion de DE BRUYNE (1895) est en faveur de la seconde hypothèse. Ce rejet « a pour but d'épurer les tissus et se réduit ainsi à une *excrétion* ».

CUÉNOT (1898) en pratiquant des injections de matières colorantes ne les mentionne pas comme cellules excrétrices.

Par contre, LIST (1902) dans son travail sur les Mytilidés attribue à ces cellules un rôle dans l'élaboration des produits sexuels.

J'ai pratiqué des injections physiologiques de carminate, d'indigo-carmin, de sels métalliques tels que le sulfate de fer et l'acétate de cuivre en solution à 1 pour 500. Les résultats étant négatifs, ne permettent pas d'attribuer un rôle excréteur à ces cellules. De plus, par suite de la présence de glycogène dans un nombre plus ou moins grand de ces cellules, il est injuste de leur attribuer exclusivement un rôle excréteur.

D'autre part, un fait mérite d'attirer l'attention et cependant aucun des auteurs ne l'a remarqué. Si un grand nombre de ces cellules, après une évolution chromatique, traverse l'épithélium pour venir se perdre dans le milieu extérieur, le fait n'est pas général pour toutes les cellules. Il existe, en effet, des éléments dont les inclusions pâlisent comme si elles étaient en voie de dissolution, puis disparaissent (Pl. I, fig. 8). Enfin le nombre de ces cellules m'a paru varier avec le temps. Ce phénomène est-il en rapport avec l'élaboration des produits sexuels comme LIST le pense ? J'ai essayé de le vérifier par un procédé pouvant produire le même

effet. Ayant soumis des animaux à un jeûne plus ou moins prolongé, il m'a semblé avoir constaté une réduction dans le nombre de ces cellules.

BERNER (1936) a constaté, à la base de chaque palpe labial de *Mytilus galloprovincialis* Lmk., des glandes unicellulaires qui se colorent mal par le mucicarmine, tout en ayant l'allure d'une glande muqueuse ; mais elles prennent fortement l'hématoxyline ferrique. Cet auteur considère cette masse de cellules, que nous avons observée indépendamment de lui, comme une glande salivaire atrophiée, contrairement à PERRIER et LANG qui nient l'existence de glandes salivaires chez les Lamellibranches.

La description donnée par BERNER correspond à celle que j'ai faite des *Rundzellen* superficielles qui constituent des cellules à mucigène. L'examen histologique des palpés labiaux me fait conclure qu'il s'agit sans doute des *Rundzellen* éparses partout dans le tissu conjonctif, et qui prennent à cet endroit, dans la région sous-épithéliale, une densité plus grande. Je pense que cette sécrétion plus ou moins mucoïde sert à enrober les particules alimentaires.

Pour conclure, les *Rundzellen* me paraissent provenir d'éléments leucocytiformes du tissu conjonctif se chargeant de granulations éosinophiles. Ces *Rundzellen* subissent une double évolution : celles qui se trouvent dans la région épithéliale se transforment en éléments muqueux ; celles qui se trouvent dans la région profonde se chargent d'enclaves glycogéniques.

Les *Rundzellen* à granulations éosinophiles propres à certains types de Lamellibranches apparaissent donc comme une forme intermédiaire entre les cellules lym-

phocytiformes et les cellules muqueuses. Ce sont des cellules à réserves protidiques pouvant se charger d'enclaves glycogéniques et servir à la nutrition de l'organisme quel que soit leur mode d'utilisation.

§ 2. — Vésicules de Langer.

Ces éléments ont fait l'objet d'un grand nombre de recherches. Découverts par LANGER (1854), ils ont été longtemps pris pour des lacunes par cet auteur. FLEMING (1877) est le premier à leur reconnaître une véritable nature cellulaire renfermant un noyau. Il les nomma cellules muqueuses (Schleimzellen). J. KOLLMANN (1877) ne partage pas l'opinion de FLEMING. « Les noyaux vus par cet auteur, dit-il, appartiennent soit aux éléments voisins des vésicules, soit aux éléments sanguins existant dans les lacunes ». ROULE (1887) se rallie à l'idée de KOLLMANN. SCHÜLER (1885), par la méthode des injections, démontra d'une façon définitive qu'il s'agit d'éléments cellulaires et non de lacunes sanguines. Plus tard, THIELE et APATHY (1888) ont pu isoler ces vésicules par une dissociation chimique, en traitant le tissu par l'acide nitrique à 30 pour 100.

Ce sont des éléments sphériques ou ovales de 15-20 μ possédant un noyau pycnotique, sorte de masse sidérophile irrégulière. Le cytoplasme n'est qu'une sorte de vésicule nettement délimitée par une membrane nette à l'intérieur de laquelle se trouve une substance hyaline basophile. Cette vésicule possède parfois des trabécules qui la traversent d'un bout à l'autre (Pl. I, fig. 14).

La substance hyaline se colore en bleu par le Mal-

lory et en rouge par le muci-carmin. Cette substance apparaît donc comme du mucus et la vésicule n'est qu'une cellule muqueuse. Le noyau pycnotique peut d'ailleurs en être considéré comme une preuve.

Il reste à déterminer l'origine de ces cellules muqueuses. Les cellules muqueuses sont d'origine mésenchymateuse et non d'origine épithéliale comme certains auteurs l'ont voulu penser. Le point de départ est toujours un élément libre du tissu conjonctif. Cet élément grandit ; ses mitochondries sont à la base des granulations protidiques qui remplissent le cytoplasme. Il se fait, à un moment donné, une évolution chromatique. Acidophiles qu'elles sont, ces granulations deviennent amphophiles, à tendance basophile. Ces grains basophiles sont alors du mucigène qui se dissout pour donner naissance à notre substance hyaline, c'est-à-dire à du mucus. La cellule alors prend l'aspect d'une vésicule.

Le noyau subit une modification parallèle ; on voit apparaître dans le suc nucléaire des grains de chromatine qui se projette contre la membrane nucléaire pour y former une croûte. Au centre du noyau existe un ou deux nucléoles. Ce noyau tombe à l'état de pycnose et prend la forme d'une masse sidérophile irrégulière. Cette évolution est constante chez tous les Lamellibranches. Cependant, chez la Moule, les cellules muqueuses n'ont pas une existence autonome. Elles ne sont que la phase ultime de l'évolution des *Rundzellen*.

D'autre part, on peut considérer les *Rundzellen* comme une phase de développement des vésicules de Langer, une phase prédominante pendant laquelle le contenu protidique ou même glycogénique sert de matières de résér-

ves. Cette remarque peut être invoquée comme un argument pour l'origine mésenchymateuse des éléments muqueux dans le cas présent. Un mot encore sur la destinée des vésicules de Langer. Elles s'insinuent entre les cellules épithéliales et se jettent à l'extérieur en même temps que leur contenu muqueux.

Entre les éléments épithéliaux, ces vésicules muqueuses ont été prises par RAWITZ (1888) pour des cellules spéciales d'origine épithéliale qu'il appelle des *Becherzellen* du premier genre. Ceux du deuxième genre correspondent aux granulations basophiles des cellules muqueuses.

§ 3. — Cellules de l'appareil byssogène.

Cet appareil étant rattaché au tissu conjonctif, j'ai cru intéressant de l'étudier.

Tous les Lamellibranches possèdent une glande byssogène plus ou moins développée. Les recherches de HORST (1889) ont établi que cette glande existe toujours, sinon chez l'animal adulte, du moins pendant la vie embryonnaire. De cette conception on peut rapprocher celles de LEYDIG (1875), de CARRIÈRE (1881) et de ZIEGLER.

Des recherches d'anatomie comparée sur cette glande ont été entreprises par différents auteurs tels SABATIER, TULLBERG, CARRIÈRE et BARROIS. Les études cytologiques n'ont été tentées que beaucoup plus tard. Ce n'est qu'en 1934 que TURCHINI et BROUSSY ont fait une étude cytologique complète de cet appareil. Je l'ai étudié à mon tour, et ces résultats concordent avec ceux déjà

obtenus par ces auteurs. Je serai donc bref en ce qui concerne cette étude, n'insistant que sur quelques points complémentaires que j'ai pu préciser.

La glande byssogène, glande unicellulaire, se trouve située au centre du pied, en deux masses situées de part et d'autre du canal semi-lunaire. De plus, des cellules glandulaires plus jeunes se trouvent en assez grande quantité à la face inférieure du pied. Elles deviennent fonctionnelles progressivement en s'associant aux deux masses centrales. A la face supérieure du pied, il existe sous l'épithélium une couche de cellules muqueuses groupées par deux, trois ou davantage, mais absentes au niveau du canal semi-lunaire.

Les cellules glandulaires ne sont autres que les *Rundzellen* répandus dans le tissu conjonctif et qui se développent considérablement et se tassent dans le pied pour donner naissance à la glande byssogène.

La cellule byssogène de 30-50 μ est ovale, fusiforme avec un contour plus ou moins angulaire. Le noyau volumineux, de forme ovale, présente une membrane épaisse fortement imprégnée de chromatine et un nucléole plasmatique énorme, témoin d'une activité élaboratrice intense de la cellule. Ce noyau est tantôt central, d'autres fois il est excentrique ou refoulé contre la membrane cellulaire.

Le cytoplasme est bourré de petites granulations arrondies, acidophiles, de dimensions plus ou moins uniformes. Ce sont ces granulations qui fournissent la matière première pour la formation de byssus.

La nature de byssus a été longtemps discutée. D'après LEUCKART, le byssus est formé par de la chitine. KRUKENBERG (1882), lui, admet une composition voisine

de la conchioline. Tout récemment, ABDERHALDEN (1908) en hydrolysant la substance du byssus de *Pinna nobilis* L. obtient du glycoocol, l-tyrosine, d.-alanine et l-acide asparaginique. Cette hydrolyse démontre d'une manière péremptoire que le byssus est formé de substances albuminoïdes. Les réactions histochimiques des granulations des cellules byssogènes démontrent leur nature albuminoïde.

Quant à l'origine de l'appareil byssogène, il a été considéré comme le résultat d'une invagination de l'ectoderme ; les cellules byssogènes auraient pris naissance aux dépens des cellules ectodermiques ainsi invaginées. On a, plus tard, attribué à l'appareil byssogène une origine conjonctive (TURCHINI et BROUSSY, 1934). En effet, les cellules byssogènes ont pour origine des éléments migrants, des leucocytes. Cette évolution ressemble parfaitement à celle tracée pour les *Rundzellen*.

Un leucocyte sphérique grandit, les mitochondries donnent naissance à des granulations protidiques qui remplissent la cellule. Le noyau évolue également ; il augmente de volume ; la chromatine se porte à la périphérie et se colle contre la membrane nucléaire, tandis qu'au centre s'organise le nucléole plasmatique. Les éléments ainsi transformés se tassent les uns contre les autres et par pression réciproque ils abandonnent leur forme sphérique primitive.

Ces éléments byssogènes, une fois leur évolution achevée, poussent un col granuleux qui vient déverser entre les cellules épithéliales du canal semi-lunaire les produits de sécrétion. Telle est l'opinion de tous les auteurs qui ont étudié la glande byssogène. Cependant, je n'ai

pas pu distinguer la présence d'un col granuleux. Par contre, j'ai vu les produits de sécrétion se déverser progressivement dans le tissu conjonctif ambiant. On assiste, d'ailleurs, à la disparition progressive de ces cellules. Après la mise en liberté des granulations, il n'est pas rare de trouver des noyaux à nu qui finiront par dégénérer ou être expulsés à l'extérieur comme les granulations elles-mêmes.

Ces granulations une fois dans le tissu conjonctif viennent se déverser en s'insinuant entre les cellules épithéliales, soit du canal semi-lunaire, soit des canaux excréteurs de la glande byssogène. Ces derniers dont la présence avait échappé à TULLBERG (1877) ont été observés et décrits par Th. BARROIS (1885). Ils contiennent chacun une racine de byssus.

§ 4. — Cellules adipo-granuleuses.

Au point de vue de l'anatomie microscopique, le manteau de la Moule est constitué en grande partie par les lobes du foie vers la partie antérieure, et par la glande génitale à la partie postérieure. Le reste du manteau, c'est-à-dire les interstices des lobes hépatiques et la glande génitale, est formé par du tissu conjonctif lâche très riche en cellules libres et des cellules spéciales que nous appelons des cellules adipo-granuleuses. Ces dernières y sont tellement abondantes qu'à première vue on a l'impression d'un tissu spécial.

A ma connaissance, personne n'a encore fait mention de ces cellules dans le tissu conjonctif de *Mytilus edulis* L. Cependant LIST (1902), chez *Mytilus galloprovincialis*

Lmk., observe parmi les *Rundzellen* un certain nombre de cellules qui renferment quelques grains noirissant par l'acide osmique. Il est bien probable qu'il s'agit des mêmes éléments.

Des éléments semblables ont été décrits par M. KOLLMANN dans le sang des Annélides et appelés cellules adi-

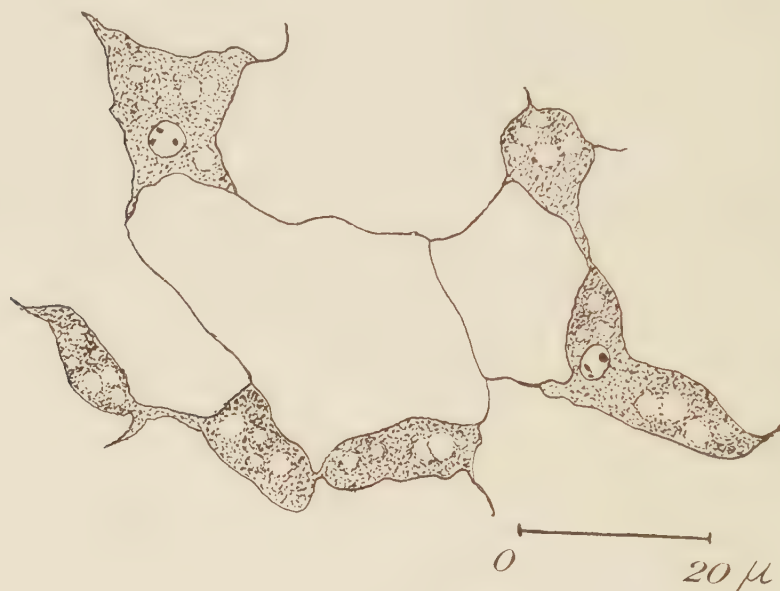


Fig. 7. — *Mytilus edulis* L.
Cellules adipo-granuleuses avec leurs anastomoses.
Zenker, hématoxyline ferrique-éosine.

po-sphéruleuses. Cette dénomination vient de ce qu'elles possèdent, outre des gouttelettes grasses, des granulations basophiles à la manière des cellules sphéruleuses des Mollusques. Or, nous venons de démontrer, dans l'étude des *Rundzellen*, que les cellules sphéruleuses ne sont qu'un stade dans l'évolution des cellules muqueuses

et n'ont par conséquent aucune valeur autonome. Nous avons donc préféré adopter la dénomination de cellules adipo-granuleuses qui indique la nature de leurs inclusions à la fois constituées par des granules protidiques et des gouttelettes graisseuses.

Il est curieux de noter, qu'avec les fixateurs ordinaires, ces cellules apparaissent sous l'aspect de certaines cellules plasmatiques que nous avons rencontrées chez quelques Opisthobranches. C'est là certainement une ressemblance purement morphologique.

Ce sont des cellules de 15-30 μ de forme absolument quelconque. Les plus petites sont arrondies ou ovales (Pl. II, fig. 15), mais à mesure que les dimensions s'accroissent, l'aspect de la cellule change, elle s'allonge, s'effile aux extrémités, envoie même des prolongements plus ou moins longs dans toutes les directions (Pl. II, fig. 24). Dans ce cas, la cellule a un aspect étoilé comme les cellules fixes environnantes (Pl. V, fig. 57 et Fig. 7). Quelle que soit sa forme, son contour est parfaitement net.

Le cytoplasme présente un contenu très caractéristique. Avec les fixateurs ordinaires, il paraît être creusé d'un nombre plus ou moins grand de vacuoles de tailles différentes (Pl. II, fig. 24). L'espace compris entre ces vacuoles est comblé par une multitude de granulations aux propriétés tinctoriales spéciales. Ces granulations se colorent, en effet, par les colorants acides aussi bien que par les teintures basiques. L'éosine les colore en rouge, la safranine également ; elles sont donc amphophiles. Leur nature est albuminoïde ; les réactions histochimiques des protides le démontre sans aucune difficulté. Le noyau, toujours périphérique, se compose

d'une membrane épaisse et d'un réseau chromatique réunissant un certain nombre de grains de chromatine.

Avec les fixateurs à base d'acide osmique, on voit apparaître dans le cytoplasme des globules noirs remplaçant les vacuoles. Il s'agit donc des globules graisseux qui disparaissent naturellement par l'action des fixateurs ordinaires ; le cytoplasme semble alors vacuaire. A côté de ces grandes cellules de forme étoilée, on en observe d'autres plus petites, plus ou moins arrondies dont le cytoplasme est toujours rempli de granulations, mais le nombre de globules de graisse diminue. Il en est d'autres enfin où les gouttelettes de graisse sont absentes. Ce sont alors de petits éléments leucocytoïdes bourrés de granulations. Cette série de formes représente évidemment des formes de développement. Il existe donc à l'origine un élément libre dont le chondriome est le point de départ des granulations. A un moment donné apparaissent de petits grains réduisant l'acide osmique dont je n'ai pu déterminer le mode d'élaboration, mais qui doit s'effectuer selon le mécanisme habituel. Le nombre et les dimensions de ces grains s'accroissent. Normalement on peut en compter une dizaine ayant de 1 à 2 μ de diamètre, mais exceptionnellement ce nombre peut atteindre et même dépasser une vingtaine.

D'après l'évolution que nous venons de tracer, les granulations albuminoïdes apparaissent d'abord et la graisse s'élabore ensuite. Cette observation va à l'encontre de celle faite par Max KOLLMANN chez les Annélides où l'ordre d'apparition est renversé.

Il est certain que ces cellules jouent un rôle dans l'économie générale de l'organisme. On peut, en outre,

supposer qu'elles servent par leurs enclaves lipidiques à l'élaboration et au développement des produits sexuels étant donné leur emplacement au voisinage et dans les interstices des glandes génitales.

§ 5. — Cellules protidiques de quelques espèces d'Arcidés et de Pectinidés.

Chez *Arca barbata* L. j'ai trouvé des cellules à boules protidiques de 20 μ , ovales ou arrondies, situées à l'intérieur d'un repli du côté du périostracum, éparses ou placées sur une rangée plus ou moins sinueuse. Le noyau excentrique relativement volumineux présente un petit nucléole et des grains de chromatine.

Le cytoplasme granuleux paraît être creusé d'une volumineuse vacuole à l'intérieur de laquelle existe une seule boule parfois très volumineuse (Pl. III, fig. 26).

La boule peut avoir des dimensions variables. Elle est parfaitement sphérique et semble être constituée par une substance amorphe et homogène.

La nature chimique de ces boules semble être albuminoïde ; elles se colorent en effet en noir par la réaction de l'encre de Derrien et Turchini.

A l'intérieur de la cellule, les boules sont acidophiles. Elles sont facilement colorables par les couleurs acides. Tôt ou tard, elles sont rejetées hors de la cellule. On les voit alors former des amas. Comment ces boules passent-elles à l'extérieur ? Je crois que c'est à la suite de la dégénérescence des cellules qui les contiennent qu'elles deviennent libres. Leurs propriétés tinctoriales

se modifient quand elles se trouvent en dehors de la cellule. A l'intérieur de la cellule, la technique de Mallory les colore en bleu, tandis qu'à l'extérieur elles sont colorées en rouge. De plus, elles se colorent non seulement par les couleurs acides, mais également par les colorants basiques. Elles sont donc amphophiles. On doit par conséquent penser à une évolution chromatique.

A côté de ces éléments, il existe des éléments leucocytiformes avec une petite vacuole contenant une boule de volume réduit. Ils doivent être considérés comme des formes jeunes.

Que deviennent ces boules ultérieurement ?

Je ne les ai jamais vu être expulsées en dehors de l'organisme ; au contraire, elles deviennent de plus en plus pâles, se déforment même parfois, comme s'il s'agissait d'une disparition progressive.

La description faite de ces boules concorde dans tous ces points, sauf l'aspect morphologique, avec celle des granulations éosinophiles des *Rundzellen*. On est tenté de considérer ces boules comme des substances de réserve, comme c'est le cas pour les granulations des *Rundzellen*. Cependant l'existence de la vacuole me détourne de cette manière de voir. Je les rapproche plutôt des cellules excrétrices de *Pecten jacobaeus* L. à cause de leurs caractères morphologiques et histochimiques.

On rencontre dans la substance fondamentale de *Pecten jacobaeus* L. des éléments particuliers d'assez grandes dimensions, de forme arrondie, parfois allongée (Pl. III, fig. 27 et Fig. 8) de 20-30 μ , contenant une vacuole centrale qui peut dans certaines cellules occuper

presque toute la cellule. Cette vacuole est bordée par une zone de cytoplasme spongieux qui contient parfois des vacuoles plus petites. Le noyau, généralement pariétal, est constitué par une membrane bien visible à l'intérieur de laquelle se trouvent un nucléole et un petit nombre de grains de chromatine.

Au centre de la vacuole centrale, on observe une masse acidophile plus ou moins irrégulière avec une structure uniforme.

Dans cette même substance on rencontre des cellules plus petites avec une vacuole centrale peu développée et dépourvue du corps acidophile. Ces éléments me paraissent être les stades jeunes des précédents. Ils présentent quelquefois des prolongements plus ou moins longs et visibles.

La masse centrale acidophile est de nature albuminoïde. C'est ce que montrent les réactions histochimiques des substances protidiques (réaction de Millon, réaction de Derrien et Turchini).

Ces éléments présentent de grandes analogies avec les cellules à boules protidiques d'*Arca barbata* L.

Je n'ai pas pu déceler la fonction de ces cellules. Je suppose cependant que cette masse serait un produit d'excrétion accumulé à l'intérieur des vacuoles creusées dans le cytoplasme des cellules libres. Elles seraient donc des cellules excrétrices.

Après l'injection de carminate, CUÉNOT (1898) observe dans le tissu conjonctif de *Pecten maximus* L. des cellules qui absorbent le carminate. Il est possible qu'il s'agisse des mêmes cellules chez *Pecten jacobaeus* L., bien que leur forme ne corresponde pas à la figure donnée par cet auteur chez *Pecten maximus* L.

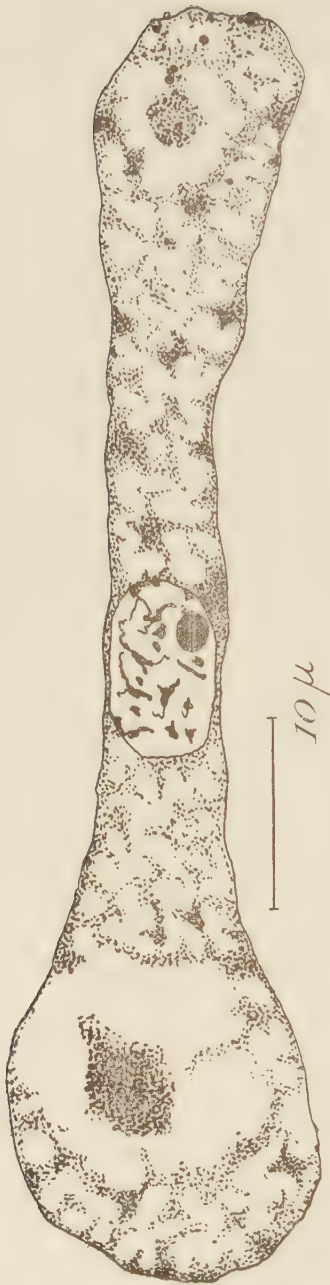


Fig. 8. — *Pecten jacobaeus* L. — Cellule excrétrice. Zenker, hématoxyline ferrique-éosine.

§ 6. — Cellules parenchymateuses de *Venus verrucosa* L.

Cette espèce possède un tissu formé de grandes cellules polygonales placées côte à côte, dont l'ensemble offre l'aspect d'un parenchyme végétal (Fig. 5). Ces cellules nettement délimitées à la périphérie me semblent néanmoins dépourvues de membrane. Le cytoplasme finement granuleux est souvent creusé d'un certain nombre de vacuoles ; certaines cellules même sont complètement vides. Le noyau, sphérique, volumineux, contient un nucléole et des granules chromatiques.

Un certain nombre de ces cellules présent dans le cytoplasme une formation particulière, sphérique ou allongée, consti-

tuée par une série de couches concentriques (Pl. III, fig. 37), dont la densité va en diminuant de la périphérie vers le centre.



Fig 9. — *Pleurobranchæa meckeli* Leue.

Cellule de Leydig contenant une inclusion semblable à celles observées chez *Venus verrucosa* L. Zenker, hématoxyline ferrique-éosine.

Ces éléments devraient, sans doute, être rapprochés des cellules de Leydig. J'ai retrouvé des formations cytoplasmiques analogues dans les cellules de Leydig d'un Opistobranché : *Pleurobranchoea Meckeli* Leue (Fig. 9) ; mais je ne suis pas arrivé à me faire une idée précise sur leur nature, sur leur mode de formation et sur leurs fonctions.

Au point de vue mécanique, je fais rentrer ce tissu dans la classification des tissus vésiculeux de soutien

établie par SCHAEFFER (1911), qui contient entre autres le tissu constitué par les cellules de Leydig chez les Mollusques.

B. — GASTÉROPODES.

Ce sous-chapitre sera consacré à l'étude des cellules spéciales du tissu conjonctif des Gastéropodes.

Un certain nombre de ces cellules : cellules calcaires ; cellules à spicules des Doridiens ont été étudiées d'une façon parfaite par Marcel PRENANT (1924). Je n'ai donc pas repris en détail l'étude de ces éléments. La description que j'en donne n'est qu'un résumé emprunté au travail de cet auteur.

En outre, il existe dans le tissu conjonctif d'autres variétés cellulaires dont l'étude cytologique et microchimique n'a jamais été entreprise ou du moins ne l'a été que d'une façon insuffisante. C'est sur elles que j'ai fait porté mes recherches.

§ 1. — Cellules muqueuses conjonctives des Gastéropodes.

Ce sont des sortes de vésicules de taille et de forme variables. Elles peuvent être sphériques, mais le cas n'est pas général. Elles se présentent souvent sous la forme ovoïde avec un col plus ou moins marqué dirigé vers l'épithélium de revêtement. Le noyau, s'il existe, se trouve en général du côté opposé au col, il ne forme

qu'une masse sidérophile irrégulière, il est à l'état de pycnose. On constate parfois d'ailleurs son absence totale.

Leur emplacement est fixe ; elles sont situées en une couche ou une zone dans la région qui avoisine l'épithélium de revêtement.

Ces vésicules renferment un liquide brillant qui se colore par le vert lumière et le mucicarmine et prend la forme de travées parallèles sous l'action de l'acide acétique (Pl. III, fig. 31). L'origine des cellules muqueuses a été diversement interprétée. Marcel PRENANT (1922 et 1924) insiste sur l'origine conjonctive de ces éléments ainsi que de tout autre élément glandulaire, tandis que ROTH (1929), BERNARD (1890) et d'autres soutiennent la thèse opposée : pour eux, l'élément muqueux a une origine épidermique. Félix BERNARD (1890) s'explique de cette manière : « partout l'épithélium n'a qu'une couche de cellules et les éléments mucipares sont des cellules *épithéliales* très nettement différenciées ».

Marcel PRENANT a montré qu'à la base de tout élément glandulaire existe une cellule totipotente qui selon les besoins de l'organisme se transforme en telle ou telle cellule glandulaire. Mes observations ne font que confirmer l'idée d'une cellule originale, base de toutes les différentes sortes de cellules glandulaires ou excrétrices que nous rencontrons dans le tissu conjonctif des Mollusques.

Les *Rundzellen* de la Moule fournissent un bel exemple de ce phénomène. Provenant des cellules libres du tissu conjonctif, elles peuvent servir de cellules de réserve par leurs enclaves albuminoïdes, ainsi que par le gly-

cogène dont elles se chargent, ou au besoin se transformer en cellules muqueuses. Cet exemple démontre, d'une façon péremptoire, l'origine mésenchymateuse des éléments muqueux.

Chez les Gastéropodes l'évolution est la même : une cellule muqueuse provient d'une cellule libre. Chez *Murex* cette évolution se passe de la façon suivante : L'élément souche présente un noyau, où la chromatine est organisée, entouré par une mince couche de cytoplasme. Les mitochondries sont le point de départ des granulations protidiques acidophiles qui remplissent la cellule dont les dimensions augmentent alors. Mais on observe un changement dans les propriétés tinctoriales de ces granulations ; elles deviennent sidérophiles et amphophiles à tendance basophile. Leur taille a considérablement augmenté. Elles forment, à ce stade, le mucigène qui est ou bien rejeté en dehors de l'organisme ou bien dissout pour constituer les vésicules muqueuses. L'historadiographie pratiquée sur *Zonites* permet de distinguer cette transformation muqueuse par son opacité aux rayons X mous de $\lambda = 2,5 \text{ \AA}$.

Le noyau subit aussi des modifications ; il s'appauvrit de plus en plus en chromatine. Quand la cellule est au stade à granulations sidérophiles, il présente dans le suc nucléaire un ou deux nucléoles assez volumineux, preuve d'une activité élaboratrice intense de la cellule. Ce noyau dégénère finalement et se transforme en un noyau pycnotique. Une fois cette évolution terminée, la cellule, en poussant un prolongement, s'insinue entre les éléments épithéliaux et sera expulsée de l'organisme en même temps que son contenu muqueux.

Chez *Zonites* et en général tous les *Pulmonés*, le

mucigène se présente sous la forme d'une masse informe granuleuse, d'abord acidophile, puis sidérophile par apparition progressive des plages, qui se rétractent au centre de la cellule (Pl. III, fig. 40 et Pl. VI, fig. 63, *b*). Le noyau est accolé contre la paroi de la cellule, il est constitué par un grand nombre de grains de chromatine disposés en damier et un nucléole volumineux.

Le stade à granulations amphophiles a été pris quelquefois pour des cellules spéciales indépendantes. Ce sont, à ce qui me semble, les mêmes éléments qui ont reçu de Max KOLLMANN la dénomination de cellules sphéruleuses et qui ont été rangées au côté des cellules plasmatiques, cellules de Leydig, cellules à enclaves phénoliques, etc. J'ai déjà montré, chez la Moule, que ces cellules amphophiles n'ont aucune autonomie et ne sont que le résultat de l'évolution des *Rundzellen*.

Il en est de même dans le groupe des Gastéropodes.

Ainsi chez la Patelle, il existe partout où il y a du tissu conjonctif des éléments de 20-30 μ , bourrés de granulations sidérophiles et amphophiles dont le noyau, très difficile à observer, se trouve aplati et refoulé par les granulations contre les parois de la cellule (Fig. 10).

L'aspect et les propriétés tinctoriales de ces éléments me les ont fait, à première vue, assimiler au stade mucigène des cellules muqueuses ; mais je n'ai pas pu observer le passage net de ces éléments aux véritables éléments muqueux. D'autre part, la réaction de Derrien et Turchini ne m'a pas fourni de résultat positif, ce qui m'a conduit à renoncer à cette supposition.

Je me suis demandé s'il ne s'agissait pas plutôt de bases puriques analogues à celles que TURCHINI (1923-1935) a décrites dans le tissu conjonctif qui avoisine

le rein. Les propriétés chimiques et l'absence de la réaction de Murexide ne m'ont pas permis de préciser davantage.

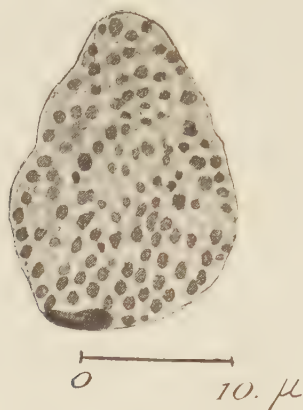


Fig. 10. — *Patella caerulea* L.

Cellule à granulations protidiques. Zenker, hémateïne-éosine.

J'ai finalement constaté que ces granulations, que j'ai mises en évidence chez les Pulmonés et même chez certains Prosobranches, présentaient certains caractères particuliers. Les réactions histochimiques m'ont donné les résultats suivants :

Tandis que l'azoréaction communique à ces cellules une coloration jaune, toutes les autres réactions telles que l'argentaffinité, la chromaffinité et l'indoréaction n'ont rien donné. Ce résultat exclut absolument toute velléité d'attribuer aux granulations une nature phénolique.

L'azoréaction m'a déjà fixé sur la nature protidique de ces granulations ; en effet, cette réaction n'est pas seulement caractéristique du groupement phénolique ; elle a lieu également avec les protides pour donner des composés azoprotides de couleur jaunâtre. Cette réac-

tion interprétée de cette façon devient caractéristique des matières protéiques. A cet effet, j'ai également essayé la réaction de Millon qui laisse alors facilement deviner la nature des granulations.

Toutefois la réaction de Derrien et Turchini étant toujours négative et la coloration communiquée par le réactif de Millon peu intense, je suppose qu'il s'agit d'une substance albumineuse différente de celle qu'on a l'habitude de rencontrer chez les Mollusques. D'autre part, en cherchant minutieusement, j'ai pu saisir le passage plus ou moins net de ces éléments aux véritables cellules muqueuses.

En résumé, d'après les résultats obtenus, ces cellules doivent être considérées comme le stade mucigène dans l'évolution des cellules muqueuses.

Dans certains endroits du corps ces cellules subissent une curieuse modification dont la signification m'échappe. Elles commencent à s'étirer progressivement ; cet étirement va jusqu'à leur donner la forme de filaments allongés arrondis aux deux extrémités. Le noyau est absent dans les filaments (Pl. VI, fig. 62).

Les granulations, tout amphophiles qu'elles soient, ne se colorent dans la suite que par les teintures basiques. Ces grains basophiles se mettent sur des lignes parallèles et puis constituent une seule rangée occupant toute la largeur de la cellule transformée en filament. L'ensemble présente alors une grande analogie avec un filament d'Oscillaire.

S'agit-il d'une dégénérescence cellulaire muqueuse ? C'est la seule interprétation que je puisse attribuer à ce phénomène. On peut, en fait, constater que les fila-

ments pâlisent de plus en plus et ont tendance à disparaître au sein du tissu.

Une dernière question se pose : ces cellules à granulations protidiques, dispersées partout dans le tissu conjonctif, ne servent-elles pas de cellules de réserves à l'animal ? Ma réponse, sans être négative, n'est cependant pas basée sur des observations précises. Il est facile d'observer çà et là, au sein du tissu, ces cellules dont le contenu est en voie de résorption. L'existence de tels éléments de réserves chez d'autres groupes de Mollusques et la répartition de ces cellules dans tout le tissu conjonctif, là même où il n'existe aucun élément muqueux, peuvent être considérées comme autant d'arguments en faveur de cette hypothèse.

Les cellules excrétrices de *Patella*, que nous verrons plus loin, me semblent être le résultat d'une digestion partielle des grains albuminoïdes, avec apparition de cristaux purs, produits d'excrétion.

§ 2. — Cellules excrétrices des Patellidés.

En faisant des injections physiologiques de colorants pour l'étude de l'excrétion, CUÉNOT (1898) découvrit dans le tissu conjonctif des cellules qui ont la propriété de fixer les colorants et de participer ainsi à l'excrétion, jouant le rôle de reins d'accumulation. Ces cellules ont reçu le nom de cellules excrétrices. Chez la Paludine, dans le cytoplasme de ces éléments existent des vacuoles dont certaines contiennent des cristaux d'acide urique (?) Chez *Patella caerulea* L. on observe parsemés dans tout le tissu conjonctif et en très grande quantité des éléments pouvant se charger de substances étrangères

injectées dans l'organisme et sous ce rapport ils doivent être rapprochés des cellules excrétrices. Ce sont de grandes cellules de 20-25 μ , bien délimitées à la périphérie par une membrane mince, mais bien visible. Le cytoplasme contient un certain nombre de vacuoles et de granulations acidophiles de taille différente (Pl. III, fig. 30 et 33), les plus grosses pouvant atteindre le volume du noyau. Le noyau volumineux possède, en général, une membrane assez épaisse, un nucléole et quelques petits grains de chromatine.

A l'intérieur des vacuoles existent des cristaux jaunâtres, de dimensions variables, à contour irrégulier et réfringents, qui noircissent par l'hématoxyline. Ces cristaux sont insolubles dans l'eau, mais solubles dans les acides et les bases.

L'idée la plus naturelle est de les considérer comme des cristaux de purine. A cet effet, j'ai essayé les réactions de la murexide et celle de COURMONT et ANDRÉ ; les résultats ont été négatifs dans les deux cas. Je persiste cependant à admettre qu'ils sont de nature purique. Il faut insister sur ce que la réaction de COURMONT et ANDRÉ n'est nullement spécifique et celle de la murexide impossible à effectuer, les cristaux étant solubles dans l'acide nitrique. A défaut de ces réactions, ce sont les caractères de solubilité qu'il y a lieu d'envisager. J'ai comparé ces cristaux à ceux existant dans les cellules rénales, la ressemblance est frappante tant au point de vue morphologique qu'au point de vue des caractères de solubilité. On peut supposer que les deux reins sont insuffisants à remplir les fonctions excrétrices ; aussi le produit d'excrétion (purines) s'accumulerait-il dans les cellules du tissu conjonctif fonctionnant comme

reins d'accumulation. La fonction excrétrice de ces cellules peut, d'ailleurs, être mise en évidence par le procédé des injections physiologiques. Après l'injection de carminate d'ammoniaque, ces cellules se montrent chargées de colorant. Ceci démontre que ces éléments prennent part à la fonction d'excrétion.

J'ai pu étudier l'origine de ces cellules. Elles m'ont paru n'être, en effet, que le dernier terme des cellules à enclaves protidiques décrites précédemment comme phase dans l'évolution des cellules muqueuses. J'ai dit également que ces produits albuminoïdes pourraient servir de substance de réserve comme c'est le cas chez un grand nombre de Mollusques. Reprenons leur évolution : au départ nous avons un élément libre qui grandit et se remplit de granulations acidophiles, le noyau présentant un nucléole plasmatique. Ensuite l'évolution diffère de celle des cellules muqueuses. Tandis que pour ces dernières, les granulations subissent une évolution chromatique pour devenir sidérophiles et se transformer en vésicules muqueuses, ici les granules acidophiles — dont quelques-uns sont déjà sidérophiles comme s'il s'agissait d'une transformation muqueuse — semblent se dissoudre et leur nombre diminue progressivement. C'est alors enfin qu'apparaissent dans le cytoplasme des vacuoles contenant des cristaux puriques. J'insiste sur l'analogie de ces éléments avec les cellules à enclaves phénoliques des Pulmonés. Dans les deux cas, il existe des réserves de nature albumineuses qui s'épuisent et à leur place apparaissent des produits d'excrétion de nature phénolique dans le cas des Pulmonés et de nature purique dans le cas de la Patelle.

§ 3. — Cellules à chromolipides.

Les pigments les plus répandus dans le groupe des Mollusques appartiennent sans aucun doute aux pigments mélaniques. Ces pigments sont le plus souvent accumulés dans les cellules épithéliales. Rarement les cellules conjonctives paraissent en renfermer. Cependant un exemplaire d'*Arca tetragona* Poli, que j'ai eu l'occasion d'étudier, m'a montré l'existence de véritables cellules pigmentaires d'origine conjonctive, le pigment appartenant au groupe mélanique. On peut souvent observer des grains de pigment dans les cellules fixes du tissu conjonctif, mais ce ne sont pas à proprement parler des cellules pigmentaires.

Chez *Patella caerulea* L., mes recherches m'ont permis de mettre en évidence, dans le tissu conjonctif, de véritables cellules pigmentaires, mais le pigment appartient non pas au groupe des mélanines, mais au groupe des chromolipides, c'est-à-dire de pigments provenant d'une auto-oxydation des substances grasses. Ces cellules n'ont pas une grande extension ; elles sont réparties dans le pied sur une zone parallèle à l'épithélium de revêtement et à très peu de distance de celui-ci. Elles se décolorent sous l'action de l'eau oxygénée, mes coupes y ayant séjourné pendant trois jours. Tandis que les grains de mélanine sont détruits par l'action de l'eau oxygénée, il persiste dans le cas des chromolipides un substratum que j'ai pu colorer par le Soudan III et le sulfate de bleu de Nil.

D'après les recherches de CIACCIO (1910), HUECK

(1912) et MULON (1913), les chromolipides résultent d'une oxydation des corps gras. La couleur devient de plus en plus intense et la solubilité dans les solvants des corps gras diminue progressivement à mesure que l'oxydation se poursuit. Un seul caractère, cependant, demeure constant, c'est le comportement vis-à-vis des graisses. (CIACCIO est arrivé à reproduire *in vitro* ces pigments en oxydant les éthers de la glycérine des corps gras).

Mes observations viennent à l'appui de cette théorie. En effet, une coupe non dépigmentée, colorée par le Soudan III ou par le sulfate de bleu de Nil, fait apparaître dans le tissu conjonctif du pied et du bord du manteau de petits éléments cellulaires renfermant des grains soudanophiles qui sont normalement incolores (Pl. II, fig. 20 et 21). La technique de l'imprégnation à l'argent et la réaction argentaffine ne m'ont pas fourni de résultats positifs. Une coloration à l'hématoxyline au fer-éosine permet d'étudier ces cellules. Leurs dimensions sont réduites, leur forme est grossièrement triangulaire (Pl. II, fig. 23) ; elles présentent en outre des prolongements plus ou moins longs aux sommets. Elles sont remplies de granulations incolores soudanophiles qui se teignent en gris noirâtre par l'hématoxyline. Il peut paraître étonnant de voir les graisses se colorer par l'hématoxyline. Mais il faut remarquer que nous n'avons plus affaire à des corps gras ; il s'agit de substances produites par oxydation de ceux-ci, qui par suite ne possèdent plus les propriétés des lipides. Le comportement envers l'hématoxyline peut changer au même titre que les caractères de solubilité.

Le noyau rond présente un petit nucléole très peu visible. Il n'y a pas de doute que ces éléments soient à

la base des cellules pigmentaires que nous venons de décrire.

Ces granulations lipidiques incolores s'oxydent progressivement et la couleur devient de plus en plus foncée. On peut trouver des éléments dont un certain nombre de ces grains sont complètement oxydés et apparaissent par conséquent en noir intense tandis qu'à côté, cependant, d'autres grains demeurent encore incolores et prennent toujours le Soudan III ou le sulfate de bleu de Nil (Pl. II, fig. 22).

Ces cellules proviennent des éléments libres du tissu conjonctif et leurs granulations lipidiques sont d'origine mitochondriale. J'ai pu trouver des éléments libres (Pl. II, fig. 17) contenant un nombre restreint de petits grains sidérophiles qui semblent être des mitochondries dont la portion lipidique est soumise à l'oxydation. Les premiers stades sont superposables aux premiers stades des cellules à enclaves phénoliques de *Murex* (Pl. II, fig. 17 et 18), mais la réaction argentaforme et les colorations des graisses montrent qu'il ne s'agit nullement de la même formation.

Les phénomènes d'oxydation, d'après ce qui précède, étant à la base de la formation des chromolipides, quel pourrait donc être ici l'agent oxydant ? Cet agent d'oxydation me semble être une peroxydase. La réaction de la benzidine en présence de l'eau oxygénée colore vivement le bord du manteau et le pied, ce qui démontre que cette région est particulièrement riche en peroxydases. J'ai essayé de localiser cet agent oxydant, malheureusement la technique de dissociation, en général insuffisante, ainsi que les coupes à la congélation après fixation au formol, ne m'ont pas permis de préciser cette loca-

lisation. Je suppose, cependant, que la peroxydase en question doit exister dans les cellules libres où j'ai constaté les premiers grains de pigment (incolores, mais colorables par le Soudan III), les grains se formant sans doute par oxydation et aux dépens des mitochondries.

§ 4. — Cellules plasmatiques ou *Plasmazellen* des Opisthobranches.

Cette dénomination a été créée pour la première fois par WALDEYER (1875) pour désigner des éléments particuliers du tissu conjonctif des Vertébrés.

BROCK (1883), en étudiant le tissu conjonctif des Mollusques, désigna par le même terme des cellules spéciales ayant des analogies avec les cellules plasmatiques des Vertébrés.

Chez les Opisthobranches, qui ont fait l'objet du travail de BROCK, cette désignation a un sens assez précis. En effet ce sont des éléments communs à presque tous les représentants de ce groupe avec des différences plus ou moins marquées. Mais en dehors de ce groupe, le nom de *Plasmazellen* a été appliqué à un certain nombre d'éléments ayant des valeurs physiologiques et cytologiques différentes.

BROCK, lui-même, déjà chez les Pulmonés, distinguait deux catégories de cellules à savoir : 1° les cellules calcaires ; 2° d'autres éléments à contenu grossièrement granuleux qui, d'après SEMPER, serait des globules adipeux. Les dernières, appelées plus tard *Mastzellen*, ne sont que les cellules à enclaves phénoliques dont je ferai ultérieurement la description.

Il est évident que ces deux catégories d'éléments ne peuvent être rapprochées des cellules plasmatiques. Ils en diffèrent tant par la nature de leur contenu que par leurs fonctions.

De plus, il n'y a à considérer aucune homologie entre ces deux catégories de cellules ; elles sont profondément différentes. Les unes (cellules calcaires) possèdent un contenu qui est utilisé par l'organisme ; les autres (cellules à enclaves phénoliques) renferment des produits d'excrétion qui tôt ou tard seront expulsés en dehors de l'organisme.

Les auteurs postérieurs à Brock ont fait rentrer dans les cellules plasmatiques, les cellules de Leydig à contenu glycogénique, et même les vésicules de Langer des Lamellibranches.

Il n'en est pas moins vrai que l'origine de tous ces éléments réside dans une cellule leucocytaire du tissu conjonctif. Cependant il existe une autonomie dans l'évolution de chaque catégorie. Cette autonomie pourrait être invoquée comme un argument en faveur de ce que ces catégories doivent être considérées comme autant d'éléments indépendants.

D'après mes recherches, je puis dire que les cellules plasmatiques au sens strict du mot, c'est-à-dire libérées de toutes les catégories précédentes, sont communes à tous les Opisthobranches.

Si la présence de ces éléments paraît constante dans tout le groupe des Opisthobranches, il n'en est pas de même de leur morphologie qui est sujette à une grande diversité. La forme et les dimensions varient généralement d'une espèce à l'autre.

Chez *Archidoris tuberculata* Cuv., ces cellules sont

de forme sphérique ou ovale à contour net (Pl. IV, fig. 41) ; on en trouve cependant qui présentent des prolongements protoplasmiques (Pl. IV, fig. 42). Ceux-ci demeurent toujours courts ; leur longueur ne dépasse jamais le corps cellulaire. Le noyau sphérique renferme un petit nucléole dans son intérieur.

Le cytoplasme finement granuleux contient un certain nombre de boules sidérophiles dont le volume atteint parfois celui du noyau. Elles se colorent à la fois par les colorants acides et par les couleurs basiques : elles paraissent donc amphophiles. Dans les cellules ayant atteint leur volume définitif, le nombre des boules a considérablement augmenté ; les plus grosses paraissent être placées dans des vacuoles creusées à l'intérieur du cytoplasme. De plus, on remarque une évolution chromatique vers un état d'acidophilie exclusive.

La nature de ces boules m'est restée inconnue. Toutes les réactions histochimiques que j'ai utilisées sont restées négatives à leur niveau. Elles ne sont ni argentaffines ni chromaffines ; l'indoréaction, de plus, reste sans résultat, ce qui fait rejeter l'idée de produits phénoliques. Pas de résultat, non plus, avec les réactions des corps à fonction SH — et les réactions des substances albuminoïdes. J'admets cependant qu'elles sont de nature albuminoïde. Tout le monde sait, en effet, que les protides se caractérisent par une série de réactions histochimiques qui ne sont nullement spécifiques. Elles donnent lieu à ces réactions si elles contiennent dans leur composition des molécules de tyrosine ou de tryptophane. Un résultat négatif ne permet pas d'affirmer l'absence de matières albuminoïdes. Nous

avons déjà rencontré chez la Patelle des granulations protidiques difficiles à mettre en évidence. En tout cas c'est là une supposition que rien ne permet de confirmer.

L'origine de ces cellules réside dans une cellule libre dont les mitochondries donneraient naissance aux boules (Marcel PRENANT, 1924).

L'aspect morphologique de ces éléments est totalement différent chez *Oscanius membranaceus* Montagu. La cellule allongée est ici constituée par une suite de parties renflées de dimensions subégales interrompues par des étranglements (Pl. IV, fig. 49 et 50). Cette suite n'est pas nécessairement sur une ligne droite, elle peut présenter des courbures au niveau des étranglements. Le noyau, avec la même structure que chez *Doris*, se trouve dans un renflement entouré d'un protoplasme granuleux. Les autres renflements sont chacun creusés d'une vacuole entourée par une mince couche de protoplasme. A l'intérieur de chaque vacuole, on observe une boule identique à celle de *Doris*.

Dans le cas d'*Oncidiella nana* Philippi, l'élément est semblable à celui d'*Oscanius* sans étranglements ni renflements (Pl. IV, fig. 46, 47 et 48).

Chez *Marsenia perspicua* L. les cellules plasmatiques sont très allongées. Elles possèdent un petit corps cellulaire contenant le noyau, puis des prolongements très longs qui pénètrent en profondeur dans le tissu conjonctif (Pl. IV, fig. 51 et 52). Il est très rare de rencontrer sur une coupe épaisse un élément complet ou presque complet. On observe ici le corps cellulaire avec son noyau, là un fragment de prolongements. Tout le cytoplasme est rempli par de très petits grains éosino-

philes disposés en plusieurs rangées linéaires dans les prolongements.

Les cellules plasmatiques de *Gasteropteron Meckeli* Kosse, montrent peu d'analogies avec les précédentes. Elles sont de dimensions relativement réduites, en forme de bouteille bien délimitées à la périphérie par une membrane. Cette forme est d'ailleurs sujette à de petites variations. Il existe en général une partie renflée surmontée d'un col plus ou moins long (Pl. IV, fig. 44 et 45). Le noyau, avec sa structure caractéristique nucléolée, est entouré d'un cytoplasme granuleux creusé d'un certain nombre de vacuoles de volume variable. Ces vacuoles, dont une toujours est plus volumineuse, paraissent dépourvues de toute enclave.

Les formes jeunes en voie de transformation sont très rares ; cependant j'ai eu la bonne fortune d'observer un élément jeune au début de sa transformation. C'est une petite cellule arrondie avec déjà une ébauche de prolongement (Pl. IV, fig. 54). Il contient dans le cytoplasme une vacuole réduite. Cet élément d'aspect intermédiaire entre le terme ultime du développement et les cellules libres conjonctives, ne peut que confirmer l'origine des cellules plasmatiques à partir de ces dernières.

A côté des cellules bien développées, il n'est pas rare de rencontrer d'autres d'apparence flétrie (Pl. IV, fig. 55), à contours irréguliers montrant une mince couche de cytoplasme entourant une grande vacuole centrale, le noyau faisant défaut. Ces formes me paraissent être le résultat de la dégénérescence des cellules plasmatiques.

Il est intéressant de se demander quelles sont les

fonctions de ces cellules. Malheureusement personne, à ma connaissance, n'a essayé de les mettre en évidence ; je n'y suis pas parvenu non plus. Des recherches plus fructueuses pourront peut-être nous apporter quelque lumière à ce sujet. Si encore la nature de leurs inclusions pouvait être déterminée avec précision, on pourrait très probablement deviner leur rôle. Cependant en me basant sur quelques observations, je puis formuler une hypothèse en ce qui concerne ce rôle.

Chez *Doris*, Marcel PRENANT constate que ces cellules arrivées au terme du développement se mettent en rapport avec l'extérieur et déversent leur contenu en dehors de l'organisme. J'ajoute que ce phénomène n'a rien à voir avec l'expulsion des granulations sidérophiles constituant le mucigène. Les cellules muqueuses chez cette espèce évoluent suivant le mode que j'ai décrit précédemment.

CUÉNOT par la méthode des injections, montra que le carminate introduit dans l'organisme, s'accumule chez les Opisthobranches, dans les cellules plasmatiques. Il les désigne, sous ce rapport, par la dénomination de « cellules excrétrices ».

J'ai observé chez *Archidoris tuberculata* Cuv. de curieuses modifications de ces cellules analogues à celles que nous avons rencontrées dans le cas de *Patella caerulea* L.

Une cellule plasmatique s'allonge de plus en plus jusqu'à prendre une forme filamenteuse. Le noyau n'est plus visible. Les boules sidérophiles se disposent en chapelet les unes à la suite des autres (Pl. IV, fig. 43). Dans certains cas favorables, ces éléments ainsi transformés semblent disparaître au sein du tissu par une

dissolution progressive. Ce phénomène est vraisemblablement en rapport avec une dégénérescence cellulaire. Dans le cas de *Gasteropteron*, j'ai signalé des cas de flétrissement de ces cellules plasmatiques (Pl. IV, fig. 55).

Toutes ces observations, à mon sens, permettent de supposer que ces cellules possèdent un rôle purificateur, leur contenu doit être envisagé comme des produits d'excrétion. En réalité, ce ne sont là que des présomptions pouvant être invoquées en faveur d'une hypothèse ; il faudrait des recherches plus amples et plus précises pour pouvoir la confirmer.

§ 5. — Cellules calcaires conjonctives des Gastéropodes.

L'existence d'une coquille, chez les Mollusques en général, avait fait soupçonner la présence des glandes calcaires chez ces organismes. Aussi ces glandes sont-elles connues depuis fort longtemps ; elles ont été décrites par tous les auteurs qui se sont occupés de l'étude des Mollusques. Il est donc inutile de passer en revue les travaux parus à ce sujet. Disons seulement que dans le tissu conjonctif, les auteurs ont signalé soit des cellules calcaires avec un contenu grossièrement ou finement granuleux, soit des nodules calcaires d'origine et de position intercellulaire (CUÉNOT (1892), BROCK (1883) chez les Linnées et les Planorbes).

Si nos connaissances sur l'existence des cellules calcaires datent de longtemps, on ignorait totalement, jusqu'à ces dernières années, les phénomènes cytologiques

qui régissent l'évolution de ces cellules et le mécanisme de la formation du calcaire.

Cette grande lacune a été comblée par les recherches de Marcel PRENANT (1924), qui suivit avec une grande précision le développement des cellules calcaires dans le bord palléal de l'Escargot.

Si on examine le bord palléal de *Murex*, fixé à l'alcool par exemple, on observe sur une zone parallèle à l'épithélium de revêtement de la face inférieure une rangée d'éléments volumineux qui ne sont que des cellules à calcaire.

Ce sont de grandes cellules nettement délimitées, ce qui laisse supposer l'existence d'une membrane. En réalité, il est difficile de l'affirmer, car cette membrane, si elle existe, échappe à l'observation. Le noyau, généralement excentrique, possède un réseau chromatique très grossier, avec une membrane mince presque inexistante.

Le cytoplasme est bourré de sphérules de taille variable constituées par du carbonate de calcium. Elles sont, en effet, solubles dans les acides avec dégagement de CO_2 . De plus, les différentes réactions histochimiques du calcaire telles : la réaction à la purpurine, la réaction de Kossa, la réaction des cristaux de gypse (par l'action de l'acide sulfurique), la réaction de Turchini à l'acide iodique ne laissent aucun doute sur la nature calcaire de ces sphérules. Avec le carbonate, il existe toujours une petite quantité de phosphate de calcium que la réaction nitromolybdique permet de déceler. La technique des spodogrammes peut rendre également des services en pareil cas.

L'origine des cellules calcaires a été longtemps dis-

cutée. Les auteurs sont loin d'avoir la même opinion. Pour les uns, les cellules à calcaire se formeraient d'abord aux dépens des cellules ectodermiques ; ce n'est que secondairement qu'elles s'enfonceraient dans le tissu conjonctif. D'autres, au contraire, admettent que les cellules calcaires se développent sur place au sein du tissu conjonctif et seront mises plus tard en rapport avec l'extérieur. La seconde opinion était pourtant le plus généralement admise. Elle a été mise hors de doute par les travaux de Marcel PRENANT, qui a pu suivre l'évolution de ces cellules chez *Helix* à partir des éléments libres du tissu conjonctif.

Les premières phases du développement se confondent avec les premiers stades de l'évolution des cellules muqueuses telle que je l'ai décrite dans le cas de *Zonites algirus* L. La différenciation dans un sens ou dans l'autre ne se fait que tardivement.

La forme primitive est un élément libre avec un noyau homogène et dense et un protoplasme d'abord réduit à une mince couche, qui augmente de volume ensuite. Les fixations et colorations mitochondriales mettent en évidence dans le cytoplasme un chondriome riche formé par des chondriocontes et des mitochondries granuleuses. Bientôt aux dépens des mitochondries apparaissent, dans le cytoplasme, de nombreuses granulations qui remplissent la cellule. Le noyau se modifie : sa taille s'accroît, la chromatine se présente sous la forme d'un grand nombre de grains disposés en damier ; il existe en plus un nucléole bien visible.

Dans le cytoplasme, les granulations confluent en une grande flaque sidérophile qui se rétracte au centre de la cellule.

Jusqu'ici tout se passe comme s'il s'agissait d'une évolution des cellules muqueuses. C'est à ce moment que se produit une évolution ultérieure dans un sens ou dans l'autre.

Quand il s'agit d'une évolution muqueuse, la masse centrale de nature nucléoprotidique se transforme en mucus. Il apparaît au préalable des sortes d'aiguilles aciculaires dont le nombre augmente de plus en plus et qui sont mucigènes. Puis il y a transformation de mucigène en mucus.

Dans le cas d'une évolution calcaire, la flaque, en arrivant au contact du milieu ambiant, est le siège de l'apparition de petites sphérules nombreuses et on arrive vite à la cellule calcaire mûre.

Cette précipitation des sphérules s'effectue dès que la flaque arrive au contact du tissu ambiant. Il y a lieu donc de supposer que dans cette précipitation de carbonate de calcium l'un des ions, CO_3 par exemple, est contenu dans la cellule associée à certains composés colloïdaux du cytoplasme, l'autre, l'ion Ca, appartient au tissu ambiant.

Or, BARFURTH (1881) a montré qu'en automne, la teneur en phosphate de calcium du foie d'*Helix* diminue. Il a admis que ce sel est transporté de cet organe sous une forme soluble contribuant à la sécrétion de l'épiphragme en fournissant l'ion calcium.

Marcel PRENANT a cherché à localiser ce sel par des procédés histochimiques (réactif nitro-molybdique) dans le bord palléal d'*Helix*. L'action du réactif communique une teinte verte diffuse au tissu conjonctif du manteau. Cette teinte est beaucoup plus intense le long

du disque palléal où existent les cellules à calcaire les plus évoluées.

Toutes ces recherches plaident en faveur de l'hypothèse qui considère la précipitation des sphérules calcaires dans les cellules comme la réaction entre deux corps, l'un contenant l'ion CO_3 se trouvant à l'intérieur de la cellule, l'autre l'ion Ca extra-cellulaire. Cependant ce n'est là que des présomptions ; la question ne paraît pas être résolue d'une façon certaine.

Les cellules à calcaire, à la fin de leur développement, déversent leur contenu à l'extérieur à travers les cellules épithéliales. Les sphérules calcaires seront alors mélangées avec le mucus expulsé de la même manière.

Les sphérules hors de la cellule sont amorphes, elles ne manifestent aucun signe de cristallisation. Les plus grosses se nourrissent aux dépens de petites sphérules jusqu'à atteindre une taille limite ; à ce moment apparaît un commencement de cristallisation révélée par l'examen en lumière polarisée. Cette cristallisation sera poussée jusqu'à une structure cristalline parfaite.

Les recherches de Marcel PRENANT démontrent l'existence d'un certain nombre de facteurs qui conditionnent ou favorisent la cristallisation des sphérules.

L'eau d'abord semble nécessaire à la cristallisation. Sur un frottis de mucus desséché, les sphérules conservent leur état amorphe.

Une température élevée ensuite favorise le phénomène. Tandis qu'à 37° , dans une atmosphère humide, la cristallisation se fait rapidement ; à des températures voisines de 0° , elle est extrêmement lente, voire même nulle.

Une cristallisation rapide enfin se produit quand le milieu est alcalin. Cette condition est procurée aux sphères par la légère alcalinité du mucus.

§ 6. — Spicules calcaires des Doridiens.

La surface du corps des *Doris* présente un contact rugueux. Cette rugosité des téguments est due à l'existence, dans le tissu conjonctif, de spicules calcaires connus depuis longtemps.

Ces spicules, que j'ai étudiés chez *Archidoris tuberculata* Cuv., sont surtout abondants sur le bord du manteau. Ils sont allongés, fusiformes et certains font saillie à l'extérieur et donnent à la surface du corps sa rugosité caractéristique.

Ces spicules sont contenus dans des éléments cellulaires. Le fait est reconnu par WOODLAND (1907). On remarque, en effet, sur des coupes transversales ou longitudinales de certains spicules la présence d'un noyau et une écorce cytoplasmique mince entourant le spicule.

Le noyau, compact, riche en chromatine, présente un nucléole plasmatique.

L'écorce cytoplasmique, quand elle est bien visible, est remplie de granulations amphophiles de taille différente, semblables à celles des cellules plasmatiques de la même espèce. Cette ressemblance démontre une origine commune des cellules plasmatiques et des cellules à spicules calcaires. Cette origine, dont l'observation avait échappé à WOODLAND, a été étudiée par Marcel PRENANT. Elle réside dans les cellules libres dont

l'évolution s'effectue dans deux directions différentes.

Quand il s'agit d'une évolution dans le sens des cellules plasmatiques, les mitochondries grossissent, se creusent d'une cavité ; l'écorce mitochondriale disparaît à la fin, il se forme ainsi des inclusions sphériques, des boules amphophiles.

L'évolution dans le sens des scléroblastes est déterminée par l'apparition d'une mitochondrie allongée d'abord, qui devient fusiforme ensuite. Elle se creuse enfin d'une cavité où apparaît la première ébauche de la formation du calcaire sans aucune structure cristalline. A partir de ce moment, l'évolution de la cellule se réduit à un accroissement de la taille et une cristallisation des dépôts calcaires.

Le spicule ainsi constitué s'accroît par un processus analogue au processus de formation du spicule. Ainsi une mitochondrie s'allonge en bâtonnet, devient fusiforme, se creuse comme s'il s'agissait de constituer un nouveau spicule. Mais les dimensions ne deviennent jamais considérables. Les mitochondries ainsi transformées disparaissent de bonne heure soit en ajoutant leur contenu calcaire à celui du spicule principal une fois arrivées à son contact, soit par une dissolution du contenu servant directement à enrichir le spicule principal. En somme, il existe une mitochondrie dont le développement est en avance sur les autres. Celles-ci ne font que lui fournir le matériel pour son accroissement.

✱

§ 7. — Cellules de SEMPER

ou cellules à enclaves phénoliques des Pulmonés.

Depuis longtemps, nombre d'auteurs ont décrit dans le tissu conjonctif des Pulmonés, des cellules caracté-

sées par la présence des globules réfringents se colorant par les teintures basiques.

SEMPER (1857) les considérait comme des cellules adipeuses en raison de la réfringence des globules. BROCK (1883) ne se rallie pas à l'idée de SEMPER à cause de l'insolubilité des grains dans les solvants des graisses et de leur coloration par l'hématoxyline. LEYDIG (1876) dans *Helix thymorum* Allen les considère comme des glandes muqueuses dont la sécrétion s'enroule à la manière des filaments de byssus. LIST (1878) nie une structure filamenteuse dans ces cellules, il soutient au contraire le point de vue de SEMPER parce que le contenu se colore en brun par l'action de l'acide osmique. Il pense que ces cellules constituent un organe phosphorescent (Phosphorescenzorgane) comme PANCERI en a décrit chez les Annélides.

CUÉNOT (1892) les désigne sous le nom de cellules mucoïdes et les rapproche des *Mastzellen* décrites par EHRLICH et WALDEYER (1875) dans le tissu conjonctif des Vertébrés. D'après cet auteur, ces cellules ne sont ni phagocytaires ni excrétrices. Pour MAX KOLLMANN (1908) ce sont des cellules de réserve. Cet auteur a constaté que ces cellules étaient beaucoup plus nombreuses chez *Helix* à l'état de vie active que chez les individus en hibernation. Il conclut que ces boules constituent des matières de réserve et servent à l'animal pendant la période de la vie latente.

Nous avons trouvé ces cellules en abondance dans le pied de *Zonites algirus* L. Mais leur existence n'est pas générale chez les Pulmonés. Parmi les espèces étudiées, elles m'ont paru manquer chez *Arion rufus* L.

Chez *Zonites algirus* L. ce sont de grandes cellules de

forme ovale ou allongée, contenant des boules réfringentes, de taille inégale, parfois de dimensions considérables (5-7 μ), disposées, en général, à la périphérie de la cellule dont le centre est occupé par une grande vacuole (Pl. II, fig. 16, Pl. VI, fig. 63, *a*). Le noyau s'observe très rarement sur les coupes, il est aplati contre la paroi de la cellule et contient un grand nombre de petits grains de chromatine.

Les boules ont des propriétés tinctoriales tout à fait spéciales. Elles se colorent par l'hématoxyline et tous les colorants basiques. Le fait qu'elles prennent la thionine les a fait rapprocher du mucus par certains auteurs ; mais on peut facilement se rendre compte qu'il ne s'agit pas de mucus, ni d'une dégénérescence muqueuse.

Au point de vue des réactions de solubilité, les boules sont insolubles dans les acides forts et faibles, dilués ou concentrés. Elles sont insolubles dans l'ammoniaque.

Nous avons cherché à préciser la nature chimique de ces boules et nous sommes arrivés à admettre qu'elles sont de nature phénolique. Les réactions histo-chimiques caractérisant les composés phénoliques, telles les réactions argentaffine et chromaffine, l'azoréaction et l'indoréaction, nous ont fourni des résultats positifs.

Nous avons pratiqué l'argentaffinité suivant la technique de Masson. Les coupes traitées par le liquide de Fontana (hydroxyde d'argent ammoniacal) laissent voir au niveau des boules une précipitation d'argent, qui leur communique une belle teinte noire. Cette réaction met en évidence la présence d'une substance réductrice (phénols, amino-phénols ou amines).

D'autre part, les pièces fixées au Zenker nous ont montré ces boules colorées d'un beau jaune (Pl. II, fig. 16). Ceci indique une chromaffinité positive. Ces deux réactions à elles seules permettent de supposer l'existence de fonctions $\tilde{\text{di}}$ - ou polyphénolique dont le groupement caractéristique est disposé en ortho ou en para.

S'il existe des groupements phénoliques, les deux dernières réactions, c'est-à-dire l'azo- et l'indoréaction devraient également donner un résultat positif. C'est d'ailleurs ce que montre l'expérience.

En effet, l'indoréaction est nettement concluante ; les coupes sont traitées par une solution à 1 pour 100 de méthyleparaphénylènediamine où on ajoute quelques gouttes d'une solution diluée de bichromate de potassium. Cette réaction communique aux boules une coloration verte caractéristique du groupement phénolique.

Enfin l'azoréaction est effectuée par la copulation du composé phénolique existant dans les boules avec le diazo de la benzidine. Le résultat nous a semblé également positif, toutefois il n'a pas été très net.

J'ajoute que les substances phénoliques, sous l'action de l'acide osmique, prennent une teinte brunâtre. C'est ce phénomène qui a conduit LIST à soutenir la nature grasseuse de ces boules et d'en faire un organe phosphorescent ; il est difficile de comprendre cette opinion. Cependant, je n'ai jamais observé de phosphorescence de ces boules à l'obscurité, ni même de fluorescence en lumière ultraviolette filtrée de $\lambda = 3650 \text{ \AA}$.

D'où proviennent ces boules phénoliques et où prennent-elles naissance ?

Ces boules phénoliques naissent dans les cellules spé-

ciales à enclaves protidiques qui existent en assez grande abondance dans le tissu conjonctif de *Zonites* et constituent, avec les éléments de Leydig contenant du glycogène, des cellules de réserve pouvant servir au profit de l'organisme. Il est donc tout naturel de considérer ces boules phénoliques comme étant le résultat

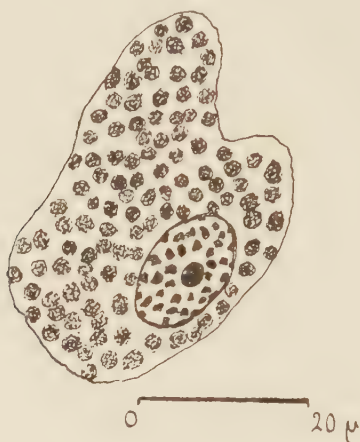


Fig. 11. — *Zonites algirus* L., Zenker, réaction argentaffine, éosine.
Cellules à granulations protidiques éosinophiles (en bistre).

du métabolisme des substances protidiques. Elles forment, sous ce rapport, des produits d'excrétion qui doivent être rejetés en dehors de l'organisme.

Nous allons donc étudier en détails ces cellules albumineuses. Elles sont de dimensions assez considérables (30-40 μ), de forme ovale ou allongée (Fig. 11). Le noyau volumineux présentant un gros nucléole contient un grand nombre de grains chromatiques. Le protoplasme est bourré de petites granulations qui se révèlent, aux réactions histochimiques, comme étant de nature albuminoïde. La technique de Cajal au formol

nitrate d'urane met en évidence dans les cellules albumineuses de nombreuses flaqes argentophiles situées de préférence autour du noyau et qui correspondent sans aucun doute à l'appareil de Golgi. Ces cellules albumineuses prennent naissance à partir des éléments libres du tissu conjonctif.

Une cellule libre est un élément lymphocytiforme de petite taille, présentant un noyau assez riche en chromatine et une mince couche de protoplasme périphérique. Le chondriome y apparaît sous la forme de mitochondries éparses, sans aucun ordre, dans le cytoplasme. Dans la suite, les dimensions de cet élément augmentent. Les mitochondries sont à l'origine de petits granules albuminoïdes dont le nombre s'accroît tant qu'ils n'ont pas rempli la cellule.

Le noyau est à ce stade, périphérique ; la chromatine s'y trouve à l'état de grains dispersés dans le suc nucléaire qui présente aussi un nucléole. Ce noyau au cours de la transformation ultérieure de la cellule, vient s'aplatir contre la membrane cellulaire, il est destiné à disparaître.

A partir de ce moment, l'évolution des cellules albumineuses s'effectue dans deux sens différents :

Dans un premier cas, les grains des substances albuminoïdes se fusionnent pour former une masse informe basophile qui se rétracte au centre de la cellule et qui n'est autre chose que le mucigène. De la cellule albumineuse dérive alors la cellule muqueuse dont le noyau a déjà disparu (cas général) ou tombe en pycnose s'il persiste encore.

Dans le second cas, les grains albuminoïdes se résor-

bent progressivement. Ils doivent être considérés comme des substances de réserve.

C'est au cours de cette résorption qu'apparaissent les boules phénoliques (Pl. II, fig. 19 et Fig. 12) dont le

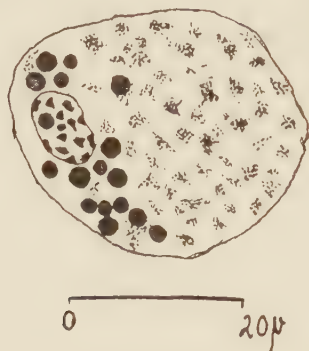


Fig. 12. — *Zonites algirus* L., Zenker, réaction argentaffine, éosine. Cellule à granulations protidiques éosinophiles (en bistre) et apparition de boules phénoliques (en noir).

nombre augmente à mesure que les réserves protidiques diminuent. Quand le contenu de la cellule sera totalement résorbé, la cellule prendra la forme caractéristique que nous lui avons décrite au début de cet exposé, c'est-à-dire une vésicule vide dont les boules phénoliques se sont portées à la périphérie. Au cours de cette évolution, ces cellules se déplacent de la profondeur du tissu vers la surface. Une fois arrivées au voisinage de l'épithélium, elles poussent un col plus ou moins allongé qui s'insinue entre les cellules épithéliales. Le contenu formé uniquement par les boules phénoliques sera déversé dans le milieu extérieur (Fig. 13).

D'après les observations précédentes, on peut conclure que ces boules doivent être considérées comme des produits de déchet dont l'élimination joue un rôle

purificateur. Elles ne peuvent, en aucune manière, être prises pour des substances de réserve, comme certains auteurs ont voulu l'admettre. Si même ces cellules sont l'homologue des *Mastzellen* des Vertébrés, nous ne pou-



Fig. 13. — *Zonites algirus* L. Zenker, réaction argentaffine, éosine. Cellules bourrées de boules phénoliques (en noir) s'insinuant entre les cellules épithéliales par un col allongé.

vons nous rallier qu'à l'idée de METCHNIKOFF, qui leur attribue un rôle dans la purification de l'organisme.

En résumé, il existe dans le tissu conjonctif de *Zonites* et en général des Pulmonés, des cellules à enclaves albumineuses qui évoluent dans deux sens : ou bien elles donnent naissance à des cellules muqueuses, ou bien leur contenu se résorbe et sert à l'animal de substances de réserve. Dans ce dernier cas, il apparaît dans

les cellules des boules de nature phénolique, résultat du métabolisme des matières protidiques, qui sont des produits d'excrétion et doivent être expulsées de l'organisme. Remarquons enfin l'analogie que nous relevons (abstraction faite des boules) entre ces cellules albumineuses et les *Rundzellen* que nous avons déjà décrites chez la Moule. Ce fait nous semble, d'ailleurs, assez général chez les Mollusques.

Un dernier point à signaler. Au cours de mes recherches j'avais capturé des *Zonites* en assez grand nombre en vue d'étudier ces boules phénoliques. Ces animaux se trouvant dans de mauvaises conditions de vie sont entrés dans une période de vie latente, murés derrière leur épiphragme. J'ai forcé un certain nombre d'entre eux à sortir de leur coquille, en les mettant dans de l'eau tiède. L'examen des individus ainsi fixés m'a permis de constater l'absence totale des boules phénoliques, tandis que les vésicules les contenant persistaient toujours.

Il faut donc conclure que ces produits phénoliques sont expulsés de l'organisme au moment de l'hibernation ; il s'effectue alors une épuration qui se traduit par le rejet des produits d'excrétion.

Ces cellules à enclaves phénoliques ne sont pas propres aux Pulmonés. J'ai retrouvé ces cellules dans le groupe des Prosobranches chez *Murex*. C'est d'ailleurs le seul exemple de Prosobranches où existent des enclaves phénoliques. Toutes les autres espèces m'en ont paru absolument dépourvues.

La forme, les dimensions, l'évolution de ces éléments chez *Murex* diffèrent de celles que je viens de tracer chez *Zonites*. La description mérite d'être reprise.

Ici, les cellules ont des dimensions relativement réduites avec un noyau central ou excentrique relié aux parois de la cellule par de fins tractus cytoplasmiques (Pl. III, fig. 38). D'autres fois, le noyau semble être isolé au milieu de la cellule sans aucune communication avec les parois. Toute la cellule paraît alors être occupée par une seule et grande vacuole contenant des boules basophiles de taille inégale, disséminées sans aucun ordre.

Les réactions histochimiques et les caractères de solubilité de ces boules m'ont montré qu'elles sont de même nature que celles de *Zonites*, c'est-à-dire de nature di- ou polyphénolique dont le groupement fonctionnel serait placé en position ortho ou para.

J'ai essayé les réactions précédemment citées caractérisant les di ou polyphénols. A savoir : l'argentaffinité, la chromaffinité, l'indo et l'azoréaction. Ici, comme dans le cas de *Zonites*, les trois premières réactions m'ont fourni des résultats positifs. Notons qu'à cause de la taille réduite des grains les résultats sont ici plus difficiles à contrôler, surtout en ce qui concerne la chromaffinité et l'indoréaction.

L'évolution de ces éléments chez *Murex* diffère suffisamment de celle décrite chez *Zonites*.

Il n'existe pas chez *Murex* de cellules à enclaves albuminoïdes ; les boules phénoliques apparaissent à l'origine dans les cellules libres du type 3. Je fais remarquer qu'il existe bien des stades jeunes de cellules muqueuses avec des granulations protidiques ; mais ces grains ne servent à aucun moment de réserves à l'animal.

L'élément libre, de petite taille, présente un noyau contenant un nucléole et une mince couche de cyto-

plasme. Le chondriome est représenté par des mitochondries en nombre plus ou moins grand. A un moment donné, on voit apparaître dans le cytoplasme, et de préférence autour du noyau, de très fines granulations sidérophiles et argentaffines (Pl. II, fig. 18) ayant la même disposition que les mitochondries. Leur nombre va sans cesse en augmentant jusqu'à ce qu'elles remplissent tout le cytoplasme. Dans un stade plus avancé, la cellule grandit, se vacuolise progressivement. A l'intérieur de la vacuole, un nombre réduit de grosses boules présentant les réactions histochimiques des di- ou polyphénols, résultent d'une coalescence des fines granulations argentaffines. Dans une préparation mitochondriale par la fuchsine, on observe à côté de ces grosses boules qui se colorent en rouge, d'autres boules dont les dimensions diminuent progressivement jusqu'à atteindre celles des mitochondries. A ce moment, il est impossible de distinguer les mitochondries des boules phénoliques. Cette observation plaide en faveur d'une origine mitochondriale des boules. Cependant, je ne saurais l'affirmer avec certitude.

Au cours de cette évolution, le noyau subit des modifications ; il apparaît dans le suc nucléaire de nombreux granules chromatiques qui communiquent au noyau, dans certains cas, un aspect pycnotique.

J'ai parlé du rôle de ces cellules chez *Zonites* ; il en est de même chez *Murex*. En effet, il est facile d'observer ces éléments rejeter leur contenu à l'extérieur à travers les cellules épithéliales. Ce sont des cellules excrétrices dont le produit d'excrétion consiste en substances phénoliques résultant du métabolisme de l'animal.

CHAPITRE V

ÉTUDE COMPARATIVE ET GÉNÉRALE

Tous les auteurs qui se sont occupés de l'histologie des Mollusques ont rapproché du tissu conjonctif des Vertébrés le tissu conjonctif des Mollusques. Les termes *Bindegewebe*, *Bindesubstanz*, etc., sont couramment employés. Ainsi BROCK lui donne le nom de « substance conjonctive interstitielle » parce que le rôle physiologique de ce tissu, dit-il, est le même que celui du tissu conjonctif des Vertébrés. Il est nécessaire, cependant, après l'étude qui vient d'être faite, de voir dans quelles mesures un rapprochement peut être réalisé.

§ 1. — Cellules fixes et substance fondamentale des Mollusques et des Vertébrés.

La cellule fixe des Mollusques est un élément plat, à protoplasme peu colorable, pourvu de prolongements qui s'anastomosent. Le noyau, volumineux dans le jeune âge, présente une structure nette. Au point de vue physiologique, la cellule fixe est douée d'une propriété sécrétrice et d'un pouvoir excréteur. La substance dans laquelle elle est noyée est constituée par de la réticuline ; cette substance ne dépasse pas du moins le

stade précollagène. Quant aux éléments fibrillaires, le tissu conjonctif chez ces animaux ne renferme que des fibres collagènes ; il y a absence totale de fibres élastiques.

La cellule conjonctive des Vertébrés, par ses caractères morphologiques tels que sa forme aplatie étoilée, la structure de son noyau, par ses propriétés excrétrices et sécrétrices, se rapproche de la cellule fixe des Mollusques. Mais si on envisage le tissu conjonctif dans son ensemble, une grande analogie se présente entre le tissu embryonnaire de la Grenouille décrit par STUDNICKA (1911) et le tissu conjonctif des Mollusques.

Le mésenchyme embryonnaire de la Grenouille contient des éléments aplatis, ramifiés, dont les ramifications s'anastomosent. Un noyau volumineux bien structuré, un protoplasme abondant caractérisent le jeune âge ; la vieillesse s'annonce par une réduction du cytoplasme et un aspect pycnotique du noyau. De plus, la substance interstitielle n'est pas du collagène, comme c'est le cas pour le tissu conjonctif de l'adulte, mais une substance voisine de la réticuline.

La description de ce tissu embryonnaire telle qu'elle est résumée d'après les recherches de STUDNICKA, est, en somme, parfaitement superposable à celle qui a été donnée pour les Mollusques.

S'il s'agit, par contre, de comparer le tissu conjonctif des Mollusques avec le tissu conjonctif lâche des Vertébrés décrit par MAXIMOW (1909), il est impossible d'envisager un rapprochement. Tandis que les cellules fixes sont anastomosées entre elles, les fibroblastes sont indépendantes les unes des autres. La substance qui baigne les fibroblastes est différente de la réticuline ;

elle est constituée par du collagène. De plus, chez les Vertébrés, nous connaissons deux sortes d'éléments fibrillaires : les fibres élastiques et les fibres collagènes ; chez les Mollusques, ces dernières seules existent.

En résumé, le tissu conjonctif des Mollusques différant de celui des Vertébrés adultes, paraît être comparable à leur tissu embryonnaire.

En ce qui concerne les Invertébrés, mes recherches à cet égard restent en tous points semblables à celles de Marcel PRENANT (1921) sur le parenchyme des Platelminthes. Une différence cependant est à signaler, le parenchyme des Platelminthes semble dépourvu de fibres conjonctives quelles qu'elles soient.

Il y a donc lieu de considérer sous ce rapport un degré de complexité de plus en plus grand dans la série animale. Tandis que les Vertébrés possèdent à la fois des fibres collagènes et des fibres élastiques, les Mollusques et les Arthropodes, d'après SCHNEIDER, n'ont que les premières, et les Platelminthes paraissent totalement dépourvues de fibres (M. PRENANT, 1922).

§ 2. — Cellules libres et leucocytes.

D'une manière générale, on a l'habitude de nommer « leucocytes » tous les éléments libres que les auteurs ont observé dans le tissu conjonctif. L'étude que nous avons faite de ces cellules libres des Mollusques démontre qu'il est inexact de désigner sous le nom de « leucocytes » toutes les variétés de cellules libres qui paraissent avoir la valeur des polyblastes ou histiocytes des Vertébrés.

Par sa forme, la structure de son noyau, la basophilie de son cytoplasme, la cellule libre du type II, seule, est à rapprocher du leucocyte hyalin des Vertébrés. L'étude de la phagocytose, en outre, permet de rendre ce rapprochement plus étroit. Une injection de carminate démontre que le colorant est uniquement fixé par les cellules libres du type II, si la quantité du colorant injecté n'est pas considérable.

Je pense donc que l'appellation de « leucocyte » doit être réservée à une seule catégorie de cellules libres ; les autres variétés ne sont qu'un résultat de spécialisation.

§ 3. — **Rundzellen et cellules à granulations α d'Ehrlich.**

Le grand nombre de caractères communs que j'ai constatés entre les granulations éosinophiles des *Rundzellen* d'une part, et les granulations α d'Ehrlich d'autre part, m'ont amené à conclure que ces deux formations sont absolument comparables, sinon identiques.

D'après LEVADITI (1902) (p. 87), les granulations α , arrondies, souvent incolores et parfois jaunâtres, sont caractérisées par trois propriétés essentielles :

1^o Leur affinité pour les colorants acides et dans un mélange de colorants pour la couleur la plus acide ;

2^o Leur résistance vis-à-vis des acides étendus (Cl H à 1 pour 100) ;

3^o Leurs dimensions qui dépassent de beaucoup celles des granulations neutrophiles des *Mastzellen*.

En ce qui concerne la solubilité dans les acides, les auteurs sont loin d'être d'accord. Tandis que les uns

(LEVADITI) prétendent que les granulations sont altérées par l'acide acétique, d'autres (SHERRINGTON), au contraire, admettent leur solubilité dans l'acide acétique et même l'acide carbonique.

La dissolution dans les solutions alcalines ne se produit que si les lessives sont suffisamment concentrées.

J'ai fait les mêmes remarques sur les granulations des *Rundzellen*. Elles sont en effet arrondies, acidophiles. De plus, dans un mélange de colorants elles prennent la teinture la plus acide.

Je n'ai pas réussi à dissoudre ces granulations dans l'acide acétique, même après un séjour de plusieurs jours. Cette dissolution peut-elle se produire encore plus lentement ? Je ne sais.

Les granulations α résistent à l'action des solvants des lipides et ne noircissent pas par l'acide osmique. Il en est de même des granulations des *Rundzellen*.

Les réactions histochimiques appliquées aux granulations permettent de conclure qu'elles sont de nature protidique. De plus, la désintégration obtenue au moyen d'une digestion tryptique a permis de déceler la présence de tyrosine et de leucine dans les produits de dédoublement. J'ai démontré, en essayant quelques réactions histochimiques (réactions de Derrien et Turchini, de Millon, etc.), que les granulation α des *Rundzellen* sont également de nature albuminoïde.

En appliquant la technique de LILIENFELD et MONTI pour la recherche du phosphore, SHERRINGTON (1894) a obtenu un résultat positif au niveau des granulations α . J'ai recherché cet ion dans les *Rundzellen* par le réactif nitromolybdique en milieu nitrique à la température de 35°. Après un séjour de 24 à 48 heures, une colo-

ration jaune apparaît au niveau des granulations de ces cellules. Ce résultat démontre que, tout comme les granulations α , le contenu des *Rundzellen* contient du phosphore et par conséquent est constitué par un nucléoprotide.

Enfin, il est actuellement reconnu par presque tous les auteurs que les granulations α renferment les deux éléments fer et calcium. J'ai essayé de pratiquer la réaction histochimique de Perls (au ferrocyanure de potassium) pour la détection du fer ; mais comme il s'agit de fer occulte, un démasquage est indispensable. Ni le démasquage par l'alcool acidulé, ni le démasquage par le sulfure d'ammonium ne m'ont permis de déceler le fer par la méthode de Perls. Un démasquage plus énergique s'impose. En ayant recours au procédé de micro-incinération de POLICARD, j'ai constaté que les cendres des granulations des *Rundzellen* renferment une assez grande quantité de cet élément.

Ainsi, d'après tout ce qui précède, tous les caractères cytologiques et cytochimiques des granulations des *Rundzellen* présentent une analogie étroite avec les granulations α d'Ehrlich. Il est donc logique d'admettre que ces deux formations sont identiques.

§ 1. — Cellules plasmatiques des Mollusques et des Vertébrés.

Ces cellules ont été observées dans le tissu conjonctif des Vertébrés par WALDEYER (1875) qui les distinguait des cellules conjonctives étoilées et plates par l'abondance de leur cytoplasme. Cette distinction basée uniquement sur l'importance du cytoplasme ne suffisait

pas pour caractériser les cellules plasmatiques. Il existe en effet dans le tissu conjonctif d'autres éléments à cytoplasme abondant avec lesquels elles peuvent se confondre.

Pour obvier à cette confusion, UNNA (1891 et 1892) essaie de donner une définition qui puisse convenir aux cellules plasmatiques seules.

D'après cet auteur, ce sont des cellules rondes ou ovales avec un noyau excentrique contenant un réseau chromatique et un certain nombre de grains de chromatine. Leur cytoplasme révèle deux formations distinctes : une première appelée spongioplasme entourant une seconde granuleuse, granuloplasme.

Depuis, un grand nombre de travaux ont paru sur la cytologie, l'origine et la destinée de ces cellules. Je n'en donnerai pas ici une bibliographie complète que l'on trouvera d'ailleurs dans le travail de DUBREUIL et FAVRE (1920-1921). Je me contente d'extraire en quelques mots l'essentiel de leurs recherches afin de pouvoir en comparer les résultats avec ceux de mes observations personnelles sur les Mollusques.

Le terme de « cellule plasmatique » a été employé chez les Mollusques par BROCK (1883). Il désigne sous ce nom des cellules spéciales du tissu conjonctif des Opisthobranches semblables aux cellules plasmatiques des Vertébrés sans cependant donner aucune précision ni apporter aucun argument à cet égard. Il est vrai qu'à cette époque la « cellule plasmatique » des Vertébrés n'était pas connue dans ses détails comme elle l'est aujourd'hui. Avec les données qu'on possède actuellement à ce sujet, une comparaison s'impose dans le but de préciser et s'il y a lieu de justifier le rappro-

chement envisagé par Brock. Cette tâche reste difficile par suite de la connaissance insuffisante de ces éléments aussi bien chez les Vertébrés que chez les Mollusques.

Une étude comparative permet de constater qu'il n'existe pas une superposition parfaite entre les « *Plasmazellen* » des Mollusques d'une part et les cellules plasmatiques des Vertébrés d'autre part. Si ces deux formations se rapprochent par certaines propriétés, elles s'éloignent par d'autres.

Si nous nous en tenons à la définition de UNNA pour la forme, les « *Plasmazellen* » des Mollusques ne peuvent être rapprochées des cellules plasmatiques des Vertébrés. Chez ces derniers, il s'agit de cellules rondes ou ovales ; chez les Mollusques, cet état ne se retrouve que chez certaines espèces (*Archidoris tuberculata* Cuv.), la forme varie généralement d'une espèce à l'autre.

Le noyau, d'après les observations de DUBREUIL et FAVRE, n'a pas la chromatine en rayons de roue comme on l'a dit pendant longtemps ; mais il renferme des blocs polyédriques de chromatine dessinant un damier irrégulier. Chez les Mollusques, il existe des figures analogues et dans la plupart des cas un nucléole.

En ce qui concerne l'origine de ces cellules, les avis sont partagés. Un certain nombre d'auteurs, UNNA entre autres, les font dériver des cellules étoilées fixes du tissu conjonctif ; d'autres, comme DOMINICI (1901), MAXIMOW (1906), DUBREUIL (1909), admettent par contre qu'elles proviennent du développement des lymphocytes. Les deux théories ont eu leurs défenseurs et leurs adversaires ; mais actuellement la conception de UNNA semble être abandonnée ; l'origine, à partir des

lymphocytes, est la plus généralement admise. Chez les Mollusques, les recherches de Marcel PRENANT sur *Archidoris tuberculata*, et mes observations sur les diverses espèces d'Opisthobranches permettent de conclure que les *Plasmazellen* ont pour origine des éléments libres lymphocytoïdes du tissu conjonctif.

Les cellules plasmatiques contiennent des granulations éosinophiles chez les unes, basophiles chez les autres. De plus, elles peuvent renfermer des corps particuliers : corps de Russell, des boules fuchsinophiles de dimensions variables résultant d'une évolution des grains éosinophiles. La nature de ces corps reste toujours inconnue. Pour les uns c'est une substance identique à la fibrine ; pour d'autres, voisine de la myéline ; enfin quelques auteurs prétendent qu'il s'agit de lécithine. Quant à leur signification, on admettait que l'apparition des corps de Russell serait un signe de dégénérescence hyaline ; mais les recherches de DUBREUIL et FAVRE ont montré que l'élaboration des corps de Russell était un véritable phénomène de sécrétion dans le cytoplasme de la cellule et se produisait grâce à l'activité de ce dernier. Le corps de Russell évolue en effet ; sa taille s'accroît ; sa substance semble se modifier au cours de cette évolution (car leurs réactions colorantes subissent des changements). Il en est de même chez les Mollusques : la cellule plasmatique contient soit des granules éosinophiles (*Marsenia*, Pl. IV, fig. 51 et 52), soit des boules fuchsinophiles (*Doris*, Pl. IV, fig. 41 et 42. *Okenia*, Pl. IV, fig. 53) de taille variable qui subissent une évolution au sein du cytoplasme.

Si nous passons à la destinée de la cellule plasmatique, à part la conception d'une minorité d'auteurs :

SABRAZÈS et HUSNOT (1907) et PAPPENHEIM qui décrivent une transformation de la cellule plasmatique en cellule fixe du tissu conjonctif, tous les auteurs sont d'accord pour dire que la cellule plasmatique disparaît à l'endroit même où elle prend naissance. Cette dégénérescence se reconnaît à une altération pycnotique du noyau et à une cytolypse dont le résultat est la mise en liberté des corps de Russell. Les auteurs ont décrit plusieurs formes de dégénérescence dont une nous intéresse particulièrement. C'est la dégénérescence bulleuse. Elle consiste en une vacuolisation plus ou moins grossière du cytoplasme ; le contour de la cellule devient parfois irrégulier à la suite de ce phénomène (DUBREUIL et FAVRE, Pl. XXXIII, fig. 37). Mes observations sur les Opisthobranches ont abouti aux mêmes conclusions : dégénérescence des *Plasmazellen*, libération des boules fuchsinophiles. La dégénérescence bulleuse est absolument superposable dans tous ses détails à ce que j'ai observé chez *Gasteropteron Meckeli* Kosse (Pl. IV, fig. 55).

Il reste à préciser le rôle des corps de Russell ; à cet égard il n'y a aucune donnée précise. Cependant un certain nombre d'observations plaident en faveur d'un processus de récrémentation. C'est là, d'ailleurs, l'opinion la plus généralement admise. En effet, la formation des corps de Russell se trouve particulièrement activée dans certaines infections et inflammations. Cette conception concorde également avec les résultats auxquels je suis parvenu. La cellule plasmatique des Opisthobranches est le siège d'accumulation des produits étrangers introduits dans l'organisme ; une injection de carminate le démontre sans aucune difficulté. Cette

propriété a valu à la cellule plasmatique le nom de « cellule excrétrice ». Il est donc logique, jusqu'à preuve du contraire, de considérer les boules fuchsinophiles comme des produits d'excrétion.

En résumé, il résulte que les *Plasmazellen* des Mollusques se rapprochent des cellules plasmatiques des Vertébrés par leur origine, leurs inclusions et leur destinée. Elles en diffèrent surtout par leur forme. Celle-ci, cependant, ne présente pas dans la plupart des cas, une valeur distinctive essentielle : des éléments ayant les mêmes valeurs cytologique et physiologique sont susceptibles de se présenter sous des formes différentes. Ce qui pourrait établir l'identité absolue entre ces deux formations c'est peut-être la nature de leurs inclusions, chose qui n'a malheureusement pas pu être précisée ni dans un cas ni dans l'autre. Les arguments que nous avons apportés ne constituent donc qu'autant de présomptions en faveur du rapprochement établi par BROCK et que les recherches ultérieures viendraient confirmer.

§ 5. — Cellules de Semper ou cellules à enclaves phénoliques des Pulmonés et Mastzellen des Vertébrés.

CUÉNOT (1892) est le premier à rapprocher sous le nom de « cellules mucoïdes » des *Mastzellen* des Vertébrés, les cellules à enclaves phénoliques des Pulmonés à cause de la basophilie de leurs granules. Max KOLLMANN (1908) justifie ce rapprochement en supposant que

leur contenu est constitué par des substances de réserves.

L'étude que j'ai faite de ces cellules m'a permis de préciser la nature de leurs inclusions et leur rôle. Je refuse donc de leur appliquer le terme de *Mastzellen* (cellules engrais) étant donné que leur contenu est formé non par des substances de réserve, comme pourrait le laisser croire le terme de *Mastzellen*, mais des produits de déchet qui seront expulsés en dehors de l'organisme.

D'autre part, une étude comparative m'a conduit à conclure qu'il n'y a aucun rapprochement possible entre les cellules de Semper des Mollusques et les *Mastzellen* des Vertébrés.

CONCLUSIONS

Le tissu conjonctif des Mollusques est un tissu plus ou moins lacuneux dont la substance fondamentale est constituée par de la réticuline, substance voisine du collagène, mais qui en diffère cependant parce qu'elle ne donne pas de gélatine par coction. Ce tissu, dans son ensemble, est identique au mésenchyme embryonnaire des Vertébrés.

Dans cette substance fondamentale plus ou moins lamelleuse, au sens de LAGUESSE, sont noyés des éléments fibrillaires et des éléments cellulaires.

Les éléments conjonctifs fibrillaires se réduisent, chez les Mollusques, à des fibres collagènes, les fibres élastiques manquant comme chez les autres Invertébrés.

Quant aux éléments cellulaires, il en existe deux catégories. Les uns sont communs à toutes les classes des Mollusques ; les autres n'appartiennent qu'à une classe, un ordre, une famille, un genre ou même à une seule espèce.

Les éléments communs sont représentés par :

1^o Les cellules fixes étoilées, plates, douées de propriétés sécrétrices et excrétrices, pourvues de prolon-

gements qui s'anastomosent dans la substance fondamentale (Pl. I, fig. 1, 2 et 3 et Fig. 5).

2° Les cellules libres ou leucocytes migrants qui, selon la structure de leur noyau, peuvent se présenter sous trois types différents : Dans un premier type le noyau est très chromatique sans aucune structure apparente (Pl. I, fig. 5 et Fig. 2 B). Le second type comporte un noyau à l'intérieur duquel est tendu un réseau chromatique dense avec quelques masses de chromatine (Pl. I, fig. 10 et Fig. 2 A). Enfin, dans un troisième type, le noyau ne renferme qu'un à plusieurs nucléoles plasmatiques (Pl. I, fig. 4 et Fig. 2, D).

Les cellules libres, douées de pouvoir excréteur (Pl. I, fig. 11), constituent le point de départ, sinon de toutes, du moins d'un grand nombre de cellules glandulaires.

3° Les cellules de Leydig (Pl. III, fig. 36), éléments à la fois de réserves par leur contenu glycogénique et d'excrétion par leur propriété d'accumuler des substances étrangères introduites dans l'organisme. Ces deux propriétés de mise en réserve et d'excrétion sont probablement successives et non simultanées. Les vésicules de Langer des Lamellibranches, à mon avis, correspondent en partie aux cellules de Leydig et en partie aux cellules muqueuses.

4° Les cellules muqueuses (Pl. III, fig. 31 et 40) d'origine conjonctive, abondantes dans tous les groupes de Mollusques.

Les cellules spéciales sont nombreuses. J'ai étudié celles d'un certain nombre de Lamellibranches et de Gastéropodes.

A. — LAMELLIBRANCHES.

Dans ce groupe je distingue (les vésicules de Langer étant rattachées partie aux cellules de Leydig, partie aux cellules muqueuses) :

1^o Les Rundzellen ou cellules à granulations éosinophiles, propres à certains Lamellibranches (Mytilidés parmi ceux que j'ai étudiés), bourrées de granulations acidophiles (Pl. I, fig. 12), que leurs caractères morphologiques et microchimiques permettent de rapprocher des granulations α d'Ehrlich. Ces granulations, de nature protidique, constituent des substances de réserve et sont utilisées par l'organisme.

A mesure que les Rundzellen se rapprochent de l'épithélium de revêtement, leurs granulations subissent une évolution chromatique. D'acidophiles qu'elles sont, elles deviennent sidérophiles (Pl. III, fig. 28), amphophiles à tendance basophile ; elles constituent alors un muci-gène qui se dissout pour produire des vésicules muqueuses (Pl. I, fig. 14). Ainsi les Rundzellen se transforment en cellules muqueuses ; celles-ci représentent une partie des vésicules de Langer, l'autre partie se confondant avec les cellules de Leydig.

Les amas cellulaires que j'ai observés au niveau des palpes, me paraissent provenir des Rundzellen et j'ajoute que la glande byssogène de *Mytilus edulis* L. ne me paraît être elle aussi qu'une condensation de ces mêmes éléments dans le pied.

2^o Les cellules adipo-granuleuses, spéciales aux Mytilidés, qui forment la masse du manteau où elles prennent l'aspect d'un tissu spécial (Fig. 7). Leur contenu

consiste en de nombreuses et grosses boules de graisse et de petites granulations amphophiles remplissant tout le cytoplasme (Pl. II, fig. 15 et 24). Ces cellules, par leurs enclaves lipidiques, contribuent au développement des produits sexuels.

3° Les cellules prolidiques d'*Arca barbata* L. et de *Pecten jacobaeus* L., dont le cytoplasme est creusé d'une vacuole contenant un produit d'excrétion formant une masse compacte de nature protidique parfaitement sphérique (*Arca*, Pl. III, fig. 26) ou de forme quelconque (*Pecten*, Pl. III, fig. 27 et Fig. 8).

4° Les cellules parenchymateuses de *Venus verrucosa* L. (Pl. III, fig. 37 et Fig. 3), avec un cytoplasme granuleux creusé de vacuoles.

B. — GASTÉROPODES.

Je distingue dans ce groupe :

1° Des cellules analogues aux Rundzellen des Lamellibranches disséminées dans tout le corps de *Patella caerulea* L., remplies de granulations protidiques amphophiles (Fig. 10) qui d'une part servent de substances de réserve et d'autre part subissent une évolution muqueuse.

2° Les cellules excrétrices de *Patella caerulea* L., dernier terme de l'évolution des cellules précédentes et résultant d'une digestion des substances protidiques en même temps que la cellule devient le siège de produits d'excrétion formés par des cristaux de purine analogues à ceux existant dans les cellules rénales (Pl. III, fig. 30 et 33).

Ces cellules excrétrices sont, en outre, susceptibles d'accumuler le carminate d'ammoniaque injecté dans l'organisme (Pl. II, fig. 25).

3° Les cellules à chromolipides chez *Patella caerulea* L., véritables cellules pigmentaires d'origine conjonctive (Pl. II, fig. 22 et 23 et Fig. 4, b'), dont le pigment brun et souvent noir provient de l'oxydation de la partie lipidique du chondriome des cellules libres. Les grains de pigment conservent la propriété de se colorer par les colorants des lipides (Pl. II, fig. 20 et 21), ce qui m'a permis de reconnaître que ce pigment appartient au groupe des chromolipides.

4° Les cellules de Semper ou cellules à enclaves phénoliques, qui, à l'état définitif, ont la forme d'une vésicule contenant des boules de taille variable placées à la périphérie (Pl. II, fig. 16. Pl. VI, fig. 63 et Fig. 13). Les réactions histochimiques m'ont permis de reconnaître la nature phénolique de ces boules. Elles prennent naissance par suite du métabolisme des substances protidiques. Elles apparaissent en effet dans des cellules de réserves protidiques (Pl. II, fig. 19. Pl. VI, fig. 61).

Ces boules phénoliques sont nettement des produits de déchet ; leur expulsion contribue à une épuration de l'organisme.

Les cellules de Semper (Pl. III, fig. 39) ne sont nullement propres aux Pulmonés ; il en existe dans le groupe des Prosobranches chez *Murex brandaris* L. (Pl. III, fig. 38). Leur évolution est un peu différente de celle des Pulmonés ; mais les caractères histochimiques et physiologiques démontrent facilement qu'il s'agit de formations analogues aux cellules de Semper des Pulmonés.

5° Les cellules plasmatiques dont la présence est

quasi-constante chez presque tous les Opisthobranches, mais leur aspect variable d'une espèce à l'autre (Pl. IV, fig. 41 à 55). Leur contenu consiste soit en boules sidérophiles, amphophiles nombreuses (*Archidoris tuberculata* Cuv. (Pl. IV, fig. 11, 12, 13), (*Okenia elegans* F. S. Lkl (Pl. IV, fig. 53), soit en des granulations acidophiles remplissant le cytoplasme (*Marsenia perspicua* L., (Pl. IV, fig. 51, 52). Quelle que soit la nature de ces enclaves, je les considère comme des produits d'excrétion. Car les cellules plasmatiques se comportent comme des cellules excrétrices. Une injection de carminate chez *Doris* le démontre facilement. Il n'est d'ailleurs pas difficile d'observer dans le tissu conjonctif des formes dégénératives de ces cellules (Pl. IV, fig. 43 et 55).

L'examen histologique d'*Oncidiella nana* Philippi m'a permis de constater une ressemblance frappante entre le tissu conjonctif de cette espèce et celui des Opisthobranches ; ce qui m'a amené à proposer de placer *Oncidiella* dans ce groupe et non parmi les Pulmonés, comme on a l'habitude de le faire. Cette observation jointe à celle de JOYEUX-LAFFUIE sur l'embryologie du genre *Oncidiella* peut fournir une indication en ce qui concerne la phylogénie de ces animaux. Si des considérations morphologiques exigent que ce genre soit placé parmi les Pulmonés, les données embryologiques et histologiques permettent de le rapprocher des Opisthobranches ou au moins de le considérer comme un terme de passage entre les deux groupes. Les recherches récentes de LABBÉ en ont même fait un ordre distinct, celui des Silicodermés.

6° Les cellules calcaires des Gastéropodes et les spicules des *Doridiens* qui se forment, comme Marcel

PRENANT l'a décrit, aux dépens des éléments libres du tissu conjonctif.

Du point de vue général, le tissu conjonctif chez les Mollusques entretient des fonctions multiples et variées dont les plus essentielles sont une fonction sécrétrice, une fonction de réserve, une fonction d'excrétion et une fonction mécanique.

Les fonctions sécrétrice et de réserve sont assurées par des glandes unicellulaires éparses dans tout le tissu. Les substances de réserve sont de natures diverses : réserves protidiques sous forme de granulations ; réserves glycogéniques accumulées dans les cellules de Leydig et enfin réserves adipiques.

La fonction d'excrétion, de laquelle doivent être rapprochées la fonction athrocytaire (vis-à-vis du carmin d'ammoniaque par exemple) et phagocytaire, peut se manifester au niveau d'un grand nombre d'espèces de cellules capables d'accumuler des produits de déchet et de servir sous ce rapport de reins d'accumulation. Les produits d'excrétion solides sont d'aspect et de nature variables. Ils se présentent soit sous la forme de boules de nature phénolique (chez *Zonites*, *Helix*, *Murex*, etc.), soit sous la forme de cristaux de purine (*Patella*), soit enfin sous la forme d'une masse ou de granulations protidiques (*Pecten*, *Arca barbata*, cellules plasmatiques des Opisthobranches).

Du point de vue mécanique, le tissu conjonctif des Mollusques, qui permet tout d'abord une circulation lacunaire active, assure ensuite une fonction de sou-

tion, cette dernière grâce à l'existence des tissus vésiculeux de soutien dont un essai de classification a été entrepris par SCHAFER (1903-1911). Cet auteur fait aussi entrer dans sa classification les cellules de Leydig des Mollusques. Je puis ajouter dans cet ordre d'idée, le tissu muqueux de *Tapes decussatus* L., les cellules adipo-granuleuses de la Moule, le tissu parenchymateux de *Venus verrucosa* L. et l'ensemble des cellules à enclaves phénoliques de *Zonites algirus* L. et de *Helix pomatia* L. et *aspersa* Müll.

BIBLIOGRAPHIE

- ABRAHAM (P. S.). — Histology of foot of Solen. *Ann. Mag. nat. Hist.*, 5^e série, XI, p. 214, 1883.
- ADAM (W.). — Recherches sur les glandes des Mollusques terrestres. *Bull. Mus. Hist. nat. Belg.*, XIII, pp. 1-91, 1933.
- APATHY (S) — Studien zur Histologie der Najaden. *Biol. Centralbl.*, VII, pp. 621-632, 1887.
- ARGAUD (R.). — Recherches sur l'histotopographie des éléments contractiles et conjonctifs des parois artérielles chez les Mollusques et les Vertébrés. *Th. Sc.*, Paris, 1908.
- ARNOLD (J.). — Siderophore Zellen und die « Granulalehre ». *Anat. Anz.*, XVII, pp. 346-354, 1900.
- ASVADOUROVA (N.). — Formation de quelques cellules pigmentaires et des pigments. *Arch. Anat. micr.*, XV, pp. 153-314, 5 fig., 2 pl., 1913.
- BARFURTH (D.). — Vergleichende histochemische Untersuchungen über das Glycogen. *Arch. für mikr. Anat.* XXV, pp. 269-404, 4 pl., 1885.
- BARROIS (Th.). — Les glandes du pied et les pores aquifères des Lamellibranches. *Th. Sc.*, Lille, 1885.
- BÉLA HALLER. — Beiträge zur Kenntnis der Nerven von *Doris tuberculata*, Lmk. *Arb. Zool. Inst. Wien*, V, pp. 253-270, 1 pl.
- BERGH. — Beitrag zur Kenntnis der Coniden. *Nova Acta Leop. Car. Ac.*, LXV, p. 63, 1896.
- BERNER (L.). — La glande salivaire de la Moule de Provence (*Mytilus gallo provincialis* Lmk). *C.R. Soc. de biol.*, CXXIII, pp. 15-17, 1936.
- BERNARD (F.). — Recherches sur les organes palléaux des Gastéropodes Prosobranches. *Th. Sc. Paris et Ann. Sc. Nat.*, 7^e série, IX, pp. 89-404, 1890.
- BETANCES (L.M.). — Les cellules du sang de quelques Lamellibranches. *Arch. Anat. micr.*, XVIII, pp. 309-327, 1 pl., 1922.
- BLUNDSTONE (E R.). — On the Occurrence of Glycogen as a Constituent of the vesicular cells of the connective Tissue of Molluscs. *Proc. Roy. Soc.*, London, XXXVIII, pp. 442-445, 1884-1885.

- BOISSEVAIN (M.). — Beiträge zur Anatomie und Histologie von Dentalium. *Jen. Zeit. f. Naturw.*, 19.3-19.4, et *naturw. Diss. Zurich*, 1903-1904.
- BOLL (F.). — Beiträge zur vergleichenden Histologie des Molluskentypus. *Arch. für mikr. anat.* (supplément), V, pp. 1-111, 4 pl., 1869.
- BOUTAN (L.). — La Patelle commune (*Patella vulgata* L.). *Zoologie descriptive*, II, pp. 344-380, 30 fig., Doin, édit., Paris, 1900.
- La Moule comestible (*Mytilus edulis* L.). *Ibid.*, pp. 457-508, 20 fig. 1900.
- BROCK. — Über homogene und fibrilläre Bindesubstanz bei Mollusken. *Zool. Anz.*, V, p. 579, 1882.
- Untersuchungen über der interstitiellen Bindesubstanzen der Mollusken. *Zeit. f. Wiss. Zoologie*, XXXIX, pp. 1-63, 4 pl. 1883.
- BRUNTZ (L.). — Etude sur les organes lymphoïdes phagocytaires et excréteurs des Crustacés supérieurs. *Arch. Zool. exp. et gén.*, 4^e série, VII, pp. 1-67, 5 pl., 1907.
- Sur le rôle excréteur des cellules (néphrocytes) qui éliminent les liquides colorés des injections physiologiques. *Ann. Sc. nat. Zool.*, 9^e série, XII, pp. 265-276, 1910.
- BRUYNE (DE). — Contribution à l'étude de la phagocytose. *Arch. de biol.* XIV, pp. 161-241, 3 pl., 1895.
- CARAZZI (D.). — Contributo all' istologia e alla fisiologia dei Lamellibranchi. *Mitth. Zeit. Stat. Neapel*, XII, pp. 381-431, 1896.
- Contributo all' istologia e alla fisiologia dei Lamellibranchi. *Int. Monatschr. für Anat. und Phys.*, XX, pp. 57-90, 2 pl. 1902.
- CARRIÈRE (J.). — Die Drüsen im Fuss der Lamellibranchiaten. *Arb. Zool. Inst. Würzburg*, V, pp. 56-92, 2 pl. 1881.
- CHATIN (J.). — Contribution à l'étude de la cellule conjonctive chez les Mollusques Gastéropodes. *C.R. Acad. Sc.*, CXIX, pp. 922-924, 1894.
- Evolution et structure des éléments conjonctifs chez la Paludine. *C.R. Acad. Sc.*, CXXVI, pp. 659-662, 1898.
- CLAPARÈDE. — Anatomie und Entwicklungsgeschichte der *Neritina fluviatilis*. *Arch. Anat. Phys. Jahrb.*, pp. 169-248, 5 pl., 1857.
- Beiträge zur Anatomie des *Cyclostoma elegans*, *Müller's Arch.*, p. 1, 1858.
- Etudes sur le sang et les glandes lymphatiques dans la

- série animale. Première partie, Vertébrés, *Arch. Zool. exp. et gén.*, 2^e série, VII, pp. 1-89, 4 pl., 1889.
- Deuxième partie, Invertébrés. *Arch. Zool. exp. et gén.*, 2^e série, IX, pp. 365-475, 1 pl., 1891.
- CUÉNOT (L.). — Etudes physiologiques sur les Gastéropodes Pulmonés. *Arch. de biol.*, XII, pp. 683-721, 1 pl., 1892.
- L'excrétion chez les Mollusques. *Arch. de biol.*, XVI, pp. 49-96, 2 pl., 1898.
- Les organes phagocytaires des Mollusques. *Arch. de Zool. exp. et gén.*, LIV, pp. 267-305, 4 pl., 1914.
- DOMINICI (H.). — Etude sur le tissu conjonctif et les organes hématopoïétiques des Mammifères. *Arch. Anat. micr.*, XVII, pp. 3-247, 22 fig., 20 pl., 1920-1921.
- DOWNEY (H.). — Die Entstehung von Mastzellen aus Lymphocyten und Plasmazellen. *Anat. Anz.*, XXXVIII, pp. 74-80, 15 fig., 1911.
- DUBREUIL (G.). — Le chondriome et le dispositif de l'activité sécrétoire aux différents stades du développement des éléments cellulaires de la lignée connective, descendant du lymphocyte. *Arch. Anat. micr.*, XV, pp. 53-151, 9 fig., 5 pl., 1911.
- DUBREUIL (G.) et FAVRE (M.). — Cellules plasmatiques et cellules à corps de Russell. *Arch. Anat. micr.*, XVIII, pp. 302-360, 5 fig., 3 pl., 1920-21.
- FLEMMING (W.). — Ueber Bindesubstanz und Gefässwandung bei Mollusken. *Habilitations schrift.*, Rostock, 1871.
- Beiträge zur Anatomie und Physiologie des Bindegewebes.
- I. — Vom Bau des lockeren Interstitialgewebes. *Arch. für mikr. Anat.*, XII, 1876.
- II. — Beobachtungen über Fettgewebe. *Ibid.*, pp. 434-507, 2 pl.
- III. — Zur Anatomie der kleineren Lymphgefässe. *Ibid.*, pp. 507-512.
- Ueber die Blutzellen der Acephalen und Bemerkungen ueber deren Blutbahn. *Arch. für mikr. Anat.*, XV, pp. 243-252, 1878.
- Bemerkungen hinsichtlich der Blutbahnen und der Bindesubstanz bei Najaden. *Zeit. für wiss. Zool.*, XXXIX, pp. 137-144, 1883.
- FOL (H.). — Sur la structure microscopique des muscles des Mollusques. *C.R. Acad. Sc.*, CVI, pp. 306-308, 1888.

- Sur l'anatomie microscopique du Dentale. *Arch. Zool. exp. et gén.*, 2^e série, VII, pp. 91-148, 4 pl., 1889.
- FORSTER. — Beitrag zur Kenntnis der Bindesubstanzen bei Avertebraten. *Arch. für mikr. Anat.*, XIV, pp. 51-54, 1877.
- FREDERICQ (L.). — Recherches sur la physiologie du Poulpe commun (*Octopus vulgaris* Lam.). *Arch. Zool. exp. et gén.*, VII, pp. 535-583, 1878.
- La digestion des matières albuminoïdes chez quelques Invertébrés. *Ibid.*, VII, pp. 391-400, 1878.
- Die Sekretion von Schutz-und Nutstoffen. Mollusca. *Handbuch der vergleichenden Physiologie*. II, 4, pp. 43-75. G. Fischer, édit. Jena, 1910.
- FROUTIN (G.H.). — Contribution à l'étude des Rundzellen de *Mytilus edulis* L. *Bull. de la Soc. Zool. de France*, LXI, pp. 240-243, 1936.
- Sur l'existence de cellules à enclaves phénoliques dans le tissu conjonctif des Pulmonés et plus particulièrement de *Zonites algirus* L. *Ibid.*, LXI, pp. 519-524, 3 fig., 1936.
- Sur l'existence des cellules à chromolipides chez *Patella caerulea* L. *Ibid.*, LXII, pp. 68-71, 1937.
- Structure du tissu conjonctif et affinité spécifique des Oncidiadés. *Ibid.*, LXII, sous presse, 1937.
- GARNAULT (P.). — Recherches anatomiques et histologiques sur le *Cyclostoma elegans*. *Th. Sc. Paris*, 1887.
- GERMAIN (L.). — *Mollusque de la France et des Régions voisines*. T. II, Doin, édit., Paris, 1913.
- GIROD (P.). — Recherches sur la peau des Céphalopodes. *Arch. Zool. exp. et gén.*, 2^e série, I, pp. 225-266, 1 pl., 1883.
- GOLDNER (J.). — Contribution à l'étude du tissu réticulo-endothélial de l'Escargot. Localisation et cytologie du processus d'accumulation des colorants vitaux acides. *C. R. de la Soc. de biol.*, XCIX, pp. 1321-1324, 1 fig., 1928.
- Contribution à l'étude du tissu réticulo-endothélial de l'Escargot. Localisation et cytologie du processus d'accumulation des colorants vitaux acides. *C. R. de la Soc. de biol.*, CI, pp. 749-751, 1 fig., 1929.
- GRIESBACH (H.). — Ueber das Gefässsystem und die Wasseraufnahme bei Najaden und Mytiliden. *Zeit. für Wiss. Zool.*, XXXVIII, pp. 1-44, 1 pl., 1883.
- GUIART (J.). — La Limace rouge. *Arion empiricorum* Ferussac. *Zoologie descriptive de Boutan*, II, pp. 416-456, 22 fig., Doin, éd., Paris.
- GUILLIERMOND (A.) et MAWAS (J.). — Caractères histochimiques des

- granulations des Mastzellen et rapport de ces corps avec la volutine des Protistes. *C. R. Soc. de biol.*, LXIV, pp. 307-309, 1908.
- HECHT (E.). Contribution à l'étude des Nudibranches *Mém. Soc. Zool. de France*, VIII, p. 539, 1895.
- HENNEGUY (L. F.). — Contribution à l'histologie des Nudibranches. *Arch. Anat. micr.*, XXI, pp. 400-408, 5 pl., 1925.
- Sur un tissu spécial d'*Elysia viridis*, Montagu. *Bull. Soc. Zool. de France*, L, pp. 61-64, 1925.
- HOUSSAY. — Recherches sur l'opercule et les glandes du pied chez les Gastéropodes. *Arch. Zool. exp. et gén.*, 2^e série, II, p. 171, 1884.
- JANSSENS (E.). — Les branchies des Acéphales. *La cellule*, IX, pp. 5-90, 4 pl. 1891.
- JOUBIN (L.). — La Seiche officinale (*Sepia officinalis* L.). *Zoologie descriptive de Boutan*, II, pp. 509-591, 58 fig., Doin, éd., Paris.
- JOLLY (J.). — Clasmatoocytes et Mastzellen. *C. R. Soc. de biol.*, LII, pp. 609-610, 1900.
- JULLIEN (A.). — Le tissu conjonctif du manteau de la Seiche. *Arch. Zool. exp. et gén.* Notes et revues. LXVII, p. 105, 1 fig., 1928.
- JOYEUX-LAFFUÏE (J.). — Organisation et développement de l'Oncidie. *Arch. Zool. exp. et gén.*, X, pp. 281-295, 1882.
- KISKER (L. G.). — Ueber Anordnung und Bau der Interstitiellen Bindesubstanzen von *Helix pomatia* L. *Zeit. für Wiss. Zool.*, CXXI, pp. 87-103, 1923-24.
- KOLLMANN (J.). — Die Bindesubstanz der Acephalen. *Arch. für mikr. Anat.*, XIII, p. 558, 2 pl., 1877.
- KOLLMANN (Max). — Recherches sur les leucocytes et le tissu lymphoïde des Invertébrés. *Th. Sc. Paris et Ann. Sc. Nat. Zool.*, 9^e série, VIII, pp. 66-68, 2 pl., 23 fig., 1908.
- KRASUCKI (A.). — Untersuchungen über Anatomie und Histologie der Heteropoden. *Acad. Sc. Cracovie*, 1911.
- KÜKENTHAL (W.). — *Handbuch der Zoologie*, V, Walter de Gruyter et Cie, édit., Berlin et Leipzig, 1926.
- LABBÉ (A.). — Sur la présence de spicules siliceux dans les téguments des Oncidiadés. *C. R. Acad. Sc.*, CXCII, pp. 555-534, 1933.
- Les Oncidiadés, Mollusques à silice. *C. R. Acad. Sc.*, CXCVII, pp. 697-698, 1933.
- Les Silicodermés : Ordre nouveau des Gastéropodes. *Bull. Soc. Zool. de France*, LVIII, pp. 351-366, 1933.

- Néogénèses expérimentales chez les *Doris* par introduction de stylet de celloïdine pure ou goudronnée. *Bull. Ass. fr. pour l'étude du cancer.*, XXIII, pp. 647-685, 13 fig., 1934.
- Sur une forme nouvelle de Silicodermés. *Elophilus ajuthiae* nov. gen. nov. sp., *Bull. Soc. Zool. de France.* LX, pp. 312-317, 3 fig., 1935.
- Les branchies des Silicodermés. *Ibid.*, LX, pp. 318-320, 1935.
- LACAZE-DUTHIERS (H.). — Organisation du Dentale. *Ann. Sc. nat. Zool.* VI, pp. 319-385, 3 pl., 1856.
- Histoire anatomique et physiologique du Pleurobranche orangé. *Ann. Sc. nat. Zool.*, XI, pp. 199-302, 4 pl. 1859.
- Mémoires sur l'anatomie et l'embryogénie de l'Oncidie. *Ann. Sc. nat. Zool.* XIII, pp. 218-220, 2 fig., 6 pl., 1860.
- LAGUESSE (J.). — La première ébauche des fibrilles conjonctives provient-elle du chondriome? *Arch. Anat. micr.* XXII, p. 129, 1900.
- Fibres collagènes, fibres grillagées et fibres de fibroglie. *C. R. Soc. de biol.*, LXXXIII, pp. 273-375, 1920.
- LANGER (K.). — Ueber das gefässsystem der Teichmuschel. *Abth. Denksehr. Akad. wiss. Wien.* VIII, pp. 15-26, 1854 et XII, pp. 35-64, 1856.
- LENSSEN (J.). — Appareil excréteur de *Neritina fluviatilis*. La cellule, XX, pp. 289-331, 3 pl., 1902.
- LEON. — Zur Histologie des Dentalium-Mantels. *Jen. Zeit. für Naturwiss.*, XXIX, p. 413, 1895.
- LEVADITI. — Le leucocyte et ses granulations. *Coll. Scientia. Série biol.*, XV, XVI, 1902.
- LEYDIG (F.). — Ueber *Paludina vivipara*. Ein Beitrag zur näheren Kenntniss dieses Thieres in embryologischer, anatomischer und histologischer Beziehung. *Zeit. für wiss. Zool.*, II, pp. 125-197, 3 pl., 1850.
- Die Hautdecke und Schale der Gasteropoden, nebst einer Uebersicht der einheimischen Limacinen. *Arch. für. Naturgesch.*, XLII, pp. 216-239, 8 pl., 1876.
- LISON (L.). — Histochimie des composés phénoliques. *Arch. de la Soc. des sc. méd. et biol. de Montpellier et du Languedoc méditerranéen.* XIII, pp. 425-454, 1932.
- Chromaffinité et pseudochromaffinité (Etudes histochimiques sur la glande à pourpre des Muricidés, I). *Ibid.*, XIII, pp. 542-552, 1932.

- Etudes histochimiques sur la glande à pourpre des *Murex*. Composés indoliques *Journ. de physiol et de pathol. génér.*, XXXI, 82-99, 1932.
- *Histochemie animale. Méthodes et Problèmes.* 320 p. Gauthier-Villars, édit., Paris, 1936.
- LIST (J. H.). — Ueber Becherzellen. *Arch. für Mikr. Anat.*, XXVII, p. 481, 6 pl., 1886.
- Zur Kenntnis der Drüsen im Fuss von *Tethys fimbriata* L. *Zeit. für wiss. Zool.*, XLV, pp. 310-326, 1 pl., 1887.
- LIST (Th.). — Mytiliden, *Fauna und Flora des Golfes von Neapel*, XXVII, p. 119, 1902.
- MAXIMOV (A.). — Ueber die Zellformen des lockeren Bindegewebes *Arch. für. mikr. Anat.*, LXVII, 1906, pp. 680-757, 3 pl.
- Untersuchungen über Blut und Bindegewebe I. Die frühesten Entwicklungsstadien der Blut und Bindegewebszellen beim Säugetierembryo, bis zum Anfang der Blutbildung in der Leber. *Arch. für. mikr. Anat.*, LXXIII, pp. 444-561, 3 pl., 1909.
- Untersuchungen über Blut und Bindegewebe. *Arch. für. mikr. Anat.*, LXXIV, pp. 525-621, 3 pl., 1909.
- MERCIER (L.). — Bactéries des Invertébrés. La glande à concrétion de *Cyclostoma elegans* Drapp *Bull. biol. de France et Belgique* XLV, pp. 15-26, 4 fig., 1911.
- Bactéries des Invertébrés. Les cellules uriques du *Cyclostome* et leur bactérie symbiote *Arch. Anat. micr.*, XV, pp. 1-52, 3 pl. 1913.
- MEZINESCU (D.). — Contribution à la morphologie comparée des leucocytes. *Arch. méd. exp.*, 1^e série, XIV, pp. 562-575, 1 pl., 1902.
- MILLOT (J.). — Le pigment purique chez les vertébrés inférieurs. *Thèse méd. Paris et Bull. biol. de France et Belgique*, LVII, pp. 26 -364, 4 pl., 1923.
- OKADA (YÔ-K.). — Luminescence chez les Mollusques Lamellibranches. *Bull. Soc. Zool. de France*, XLII, pp. 95-99, 1927.
- PANETH (J.). — Beiträge zur Histologie der Pteropoden und Heteropoden. *Arch. für mikr. Anat.*, XXIV., 230-288, 3 pl., 1885.
- PAOLO ENRIQUES. — Studi sui leucociti ed il connectivi dei Gasteropodi. *Arch. ital. di Anat. e di Embriol.* IV, pp. 153-160, 1 pl., 1905.
- PECK (R. H.). — The minute structure of the Gills of Lamellibranche Mollusca. *Quart. Journ. micr. sc.*, XVII, pp. 43-66, 4 pl., 1877.

- PELSENEER (P.). — Les Mollusques. Traité de Zoologie de R. Blanchard., 188 p., 154 fig., Paris, Rueff, édit., 1897.
- PIÉRI (J.-B.). — Recherches physiologiques sur *Tapes decussatus* et quelques Tapidées *Th. Sc. Paris*, 1895.
- PRENANT (A.). — Sur l'origine mitochondriale des grains de pigment. *C. R. de la Soc. de biol.*, LXXIV, pp. 9.6-929, 1913.
- PRENANT (A.) et BOUIN (P.) — Traité d'Histologie, t. I, Schleicher, édit., Paris 1904.
- PRENANT (M.). — Sur une nouvelle série naturelle de pigments animaux. *Bull. de la Soc. Zool. France*, XLVII, pp. 140-145, 1922.
- Recherches sur le parenchyme des Plathelminthes. Essai d'Histologie comparée. *Thèse Sc. Paris et Arch. Morph. Gén. et exp.*, fasc. V, 180 p., 10 fig 8 pl., 1922.
 - Etudes histologiques sur les peroxydases animales, *Ibid.*, fasc. XXI, 158 p., 9 fig., 1 pl., 1924.
 - Contributions à l'étude cytologique du calcaire. *Bull. biol. de la France et de la Belgique*, LVIII, pp. 331-378, 1 pl., 1924.
 - Contributions à l'étude cytologique du calcaire, IV. La variété chez les animaux. *Ibid.*, LIX, pp. 21-50, 15 fig., 1928.
- RAWITZ (B.). — Der Mantelrand der Acephalen. *Jen. Zeit. für Naturwiss.*, XXII, N. F. XV, p. 415, 1888.
- Der Mantelrand der Acephalem. *Jen. Zeit. für Naturwiss.* XXIV, N. F. 4 pl., 1890.
- RAY LANKESTER (E.). — On the connective and vasefactive tissue of the medicinal Leech. *Quart. Journ. micr. Sc.* New ser. p. 307. 1880.
- REUPSCH (E.). — Beiträge zur Anatomie und Histologie der Heteropoden. *Zeit. für wiss. Zool.*, CII, pp. 259-274, 31 fig., 8 pl., 1912.
- ROTH (H.). — Zur Kenntnis des Epithels und der Entwicklung der einzelligen Hautdrüsen von *Helix pomatia*. *Zeit. für wiss. Zool.*, CXXXV, pp. 357-427, 1929.
- ROULE (L.). — Sur quelques particularités histologiques des Mollusques Acéphales *C. R. Acad. Sc.*, CIII, pp. 936-938, 1886.
- Recherches histologique sur les Mollusques Lamellibranches. *Journ. Anat. et Phys. normales et pathologiques de l'homme et des animaux*, XXIII, pp. 31-86, 4 pl., 1887.
- SABATIER. (A.). — Etudes sur la Moule commune. *Mémoires de l'Acad. des Sc. et lettres de Montpellier*. Anatomie de la Moule commune. *Ann. Sc. nat. zool.*, 6^e série, V, pp. 1.128, 7 pl., 1877.
- SCHAFER. — Ueber das vesikulöse Stützgewebe. *Anat. Anz.*, XXIII, pp. 464-479, 1903.

- Ueber den feineren und die Entwicklung des Knorpelgewebes und über verwandte Formen der Stützsubstanz. *Zeit. für wiss. Zool.*, XCII, pp. 1-90, 2 pl., 1911.
- SCHNEIDER (K. C.). — *Vergleichende Histologie der Tiere*. C. Fischer, édit., Iena, 1902.
- SCHULTZE (M.). — Ueber secernirende Zellen in der Haut von Iimax. *Arch. für mikr. Anat.*, III, pp. 204-205, 1867.
- SCHÜLER (P.) — Ueber die Beziehungen der cavernösen Räume im Bingewebe der Anodonta zu dem Blutgefäßssystem. *Arch. für mikr. Anat.*, XXV, pp. 84-88, 1885.
- SEMICHON (L.). — Sur le tissu conjonctif de l'intestin chez certains Lamellibranches. *C. R. Soc. de biol.*, XCVII, pp. 1529-1530, 1927.
- Sur la substance hyaline dans la paroi conjonctive du tube digestif de divers Lamellibranches. *Bull. Soc. Zool. de France*, XLIII, pp. 355-358, 1928.
- Sur la paroi conjonctive du tube digestif des Lamellibranches. *Ibid.*, XLIV, pp. 588-590, 1929.
- SEMPER (C.). — Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Pulmonaten. *Zeit. für wiss. Zool.*, VIII, pp. 340-399, 2 pl., 1857.
- SHERRINGTON. — Note on some changes in the blood of the general circulation consequent upon certain inflammations of acute and local character. *Proc. Roy. Soc.*, London, LV, pp. 161-207, 1 pl., 1894.
- SIAWCILLO — Sur les cellules éosinophiles. *Ann. Inst. Past.*, IX, pp. 289-300, 1895.
- SICARD (H.) — Recherches anatomiques et histologiques sur le *Zonites algirus* L. *Th. Sc.* Paris, 1874.
- SIMROTH (H.). — Mollusca in Bronn. *Klassen und Ordnung d. Tier-Reichs*, Leipzig, 1908-1930.
- SPILLMANN (L.) et BRUNTZ (L.) — Sur le rôle éliminatoire des Leucocytes. *C. R. Acad. Sc.*, CLII, p. 154, 1911.
- STEMPELL. — Beiträge zur Kenntnis der Nuculiden. *Zool. Jahrb. Suppl.*, IV, pp. 339-430, 4 pl., 1898.
- STEPHAN (P.). — Remarque sur le tissu conjonctif d'*Aplysia punctata*. *C. R. Soc. de biol.*, LVI, pp. 1097, 1904.
- STROHL (J.). — Die Exkretion. Mollusken. *Handb. der vergleich. Physiol. v. Winterstein*. C. Fischer, édit., Iéna, 1913-14.
- STUDNICKA. — Das Mesenchym und das Mesostroma der Froschlarven und deren Produkte. *Anat. Anz.*, XL, pp. 33-62, 10 fig., 1911.

- THIELE (J.). — Beiträge zur vergleichenden Anatomie der Amphineuren. *Zeit. für wiss. Zool.*, LVIII, pp. 222-302, 3 fig., 5 pl., 1894.
- Die Mundlappen der Lamellibranchiaten. *Zeit für wiss. Zool.*, XLIV, pp. 239-272, 1887.
- Beiträge zur Kenntnis der Mollusken. II. Ueber die Molluskenschale. *Zeit. für wiss. Zool.*, LV, pp. 220-251, 1 fig., 1 pl., 1893.
- TURCHINI (J.). — Etude histologique de la poche noire des Céphalopodes Dibranchiaux. Les processus cytologiques de la sécrétion et de l'excrétion de l'encre *Arch. Anat. micr.*, pp. 328-356, 2 fig., 1 pl., 1922.
- Contribution à l'étude de l'Histologie comparée de la cellule rénale. L'excrétion urinaire chez les Mollusques. *Th. Sc. Paris* et *Arch. morph. gén. et exp.*, fasc. XVIII, 254 p., 6 fig., 4 pl., 1923.
- Les examens anatomiques et histologiques en lumière ultraviolette filtrée ($\lambda = 3.650 \text{ \AA}$). De quelques fluorescences jaunes chez les Mollusques. *Bull. Soc. zool. de France*, LI, pp. 31-35, 1926.
- Remarques histologiques sur la glande pulmonaire de *Zonites algirus* L. *Bull. Acad. des Sc. et let. de Montpellier*, LXII, pp. 42-44, 1932.
- Les cellules à concrétions puriques du tissu conjonctif des Mollusques. *C. R. du XII^e Congrès international de zoologie*, pp. 356-58. Lisbonne, 1935.
- Historadiographies de tissus animaux. *Bull. de la Soc. Zool. de France*, LXII, pp. 155-156, 1937.
- TURCHINI (J.) et BROUSSY (J.). — Contribution à l'étude de la glande pulmonaire de *Zonites algirus* L. *Arch. Zool. exp. et gén.*, LXXV, pp. 639-650, 4 fig., 1934.
- Contribution à l'étude histologique de la glande byssogène des Lamellibranches. I. *Mytilus edulis* L. *Bull. Soc. Zool. de France*, LXIX, pp. 528-534, 3 fig., 1934.
- VAYSSIÈRE (A.). — Mollusques de France et des Régions voisines. T.I. Doin, édit., Paris, 1933.
- VERNE (J.). — Les pigments dans l'organisme animal, 608 p., 32 fig. Doin, édit., Paris, 1936.
- VIALLETON (L.). — Sur l'innervation de quelques Mollusques Lamellibranches. *C. R. Acad. Sc.*, XCV, pp. 461-463, 1882.
- VOÏNOV (V.). — La pigmentogénèse chez les larves de *Simulium*. *Arch. Zool. exp. et gén.*, LXVII, pp. 223-258, 4 pl., 1928.
- WALDEYER (W.). — Ueber Bindegewebezellen. *Arch. für mikr. Anat.*, XI, pp. 176-194, 1 pl., 1875.

EXPLICATION DES PLANCHES

PLANCHE I

- Fig. 1 et 2. — *Mytilus edulis* L. Cellules fixes à cytoplasme abondant contenant des grains sidérophiles. Zenker, Hématoxyline au fer-éosine, $\times 3600$.
- Fig. 3. — *Mytilus edulis* L. Cellule fixe à cytoplasme relativement réduit. Zenker, Hématoxyline au fer-éosine, $\times 3600$.
- Fig. 4. — *Murex brandaris* L. Cellule libre du type 2. Zenker, Hématoxyline au fer-éosine, $\times 3600$.
- Fig. 5. — *Murex brandaris* L. Cellule libre du type 1. Zenker, Hématoxyline au fer-éosine, $\times 3600$.
- Fig. 6. — *Murex brandaris* L. Chondriome d'une cellule libre ancienne avec cytoplasme abondant et grand nombre de mitochondries granuleuses. Regaud, fuchsine acide-vert de méthyle, $\times 3600$.
- Fig. 7. — *Murex brandaris* L. Chondriome d'une cellule libre jeune (lymphocyte) avec un petit nombre de grosses mitochondries. Regaud, fuchsine acide-vert de méthyle, $\times 3600$.
- Fig. 8. — *Mytilus edulis* L. Rundzellen ou cellules à granulations éosinophiles dont le contenu est partiellement dissous et résorbé. Zenker, Hématoxyline au fer-éosine, $\times 3600$.
- Fig. 9. — *Mytilus edulis* L. Cellule libre origine de Rundzellen. Zenker, Hématoxyline au fer-éosine, $\times 3600$.
- Fig. 10. — *Murex brandaris* L. Cellule libre du type 2. Zenker, Hématoxyline au fer-éosine, $\times 3600$.
- Fig. 11. — *Arion rufus* L. Cellule libre chargée de carminate d'ammoniaque. On remarque dans le cytoplasme 2 grains de pigment. Sublimé, solution aqueuse, Hématoxyline au fer-éosine, $\times 3600$.
- Fig. 12. — *Mytilus edulis* L. Cellule à granulations éosinophiles. Zenker, Hématoxyline au fer-éosine, $\times 3600$.
- Fig. 13. — *Mytilus edulis* L. Cellule superficielle à granulations éosinophiles avec quelques grains sidérophiles. Zenker, Hématoxyline au fer-éosine, $\times 3600$.

Fig. 14. — *Mytilus edulis* L. Vésicule de Langer. Zenker, Hématoxyline au fer-éosine, $\times 3600$.

PLANCHE II

- Fig. 15. — *Mytilus edulis* L. Cellule adipo-granuleuse, cytoplasme bourré de granulations amphophiles, avec quelques boules de graisse. Benoît, safranine-vert lumière, $\times 3600$.
- Fig. 16. — *Zonites algirus* L. Chromaffinité. Cellule de Langer à enclaves phénoliques. Zenker, $\times 1100$.
- Fig. 17. — *Murex brandaris* L. Argentaffinité. Cellule à enclaves phénoliques jeune. Zenker, liquide de Fontana-éosine, $\times 3600$.
- Fig. 18. — *Patella cærulea* L. Cellule jeune à chromolipides. Zenker, Hématoxyline au fer-éosine, $\times 3600$.
- Fig. 19. — *Zonites algirus* L. Argentaffinité. Cellule de Semper. Apparition de boules phénoliques (en noir) dans le cytoplasme contenant des granulations éosinophiles en parties résorbées. Zenker, liquide de Fontana-éosine. $\times 3600$.
- Fig. 20. — *Patella cærulea* L. Cellule jeune à chromolipides. Zenker, Soudan III, $\times 3600$.
- Fig. 21. — *Patella cærulea* L. La même cellule. Zenker, sulfate de bleu de Nil, $\times 3600$.
- Fig. 22. — *Patella cærulea* L. Cellules à chromolipides. On remarque dans la même cellule des grains de pigment oxydés apparaissant en noir et d'autres grains qui sont colorés encore par le sulfate de bleu de Nil. Zenker, sulfate de bleu de Nil, $\times 3600$.
- Fig. 23. — *Patella cærulea* L. Cellule à chromolipides. Zenker, Hématoxyline au fer-éosine, $\times 3600$.
- Fig. 24. — *Mytilus edulis* L. Cellule adipo-granuleuse. Les boules de graisse dissoutes sont remplacées par des vacuoles. Dans le cytoplasme, on observe des grains protidiques amphophiles. Formol à 10 o/o, Hématoxyline au fer-fuchsine acide, $\times 3110$.
- Fig. 25. — *Patella cærulea* L. Cellule excrétrice contenant le carminé injecté dans l'organisme. Sublimé solution aqueuse, bleu de méthylène, $\times 3600$.

PLANCHE III

- Fig. 26. — *Arca barbata* L. Cellule à boule protidique. Zenker, Mallory.

- Fig. 27. — *Pecten jacobæus* L. Cellule excrétrice. Zenker, Hématoxyline au fer-éosine, $\times 3170$.
- Fig. 28. — *Mytilus edulis* L. Rundzelle superficielle avec granulations protidiques. Liquide de Tupa (Regaud-nitrate d'urane); Hématoxyline au fer-éosine, $\times 3170$.
- Fig. 29. — *Zonites algirus* L. Cellule de Leydig. Zenker, Hématoxyline au fer-éosine, $\times 3170$.
- Fig. 30. — *Patella cærulea* L. Cellule excrétrice avec quelques cristaux de purine et des granulations protidiques dans le cytoplasme. Zenker, Hématéine-bleu de toluidine, $\times 3170$.
- Fig. 31. — *Zonites algirus* L. Cellule muqueuse. Mucus en trainées parallèles sous l'action de l'acide acétique. Zenker, Mallory, $\times 3170$.
- Fig. 32. — *Arca tetragona* Poli. Cellule libre spéciale avec un noyau sidérophile et dont le cytoplasme est cloisonné. Zenker, Hématoxyline au fer-éosine, $\times 3170$.
- Fig. 33. — *Patella cærulea* L. Cellule excrétrice avec cristaux de purine. Zenker, Hématéine-bleu de toluidine, $\times 3170$.
- Fig. 34. — *Tapes decussatus* L. Chondriome d'une cellule libre du type 3. Liquide de Tupa. Fuchsine acide-vert de méthyle, $\times 3170$.
- Fig. 35. — *Arca tetragona* Poli. Cellule libre spéciale. Zenker, Hématoxyline au fer-éosine, $\times 3170$.
- Fig. 36. — *Murex bandaris* L. Cellule de Leydig. Zenker, Hématoxyline au fer-éosine, $\times 3170$.
- Fig. 37. — *Venus verrucosa* L. Une cellule du tissu parenchymateux avec formation cytoplasmique particulière. Zenker, Hématoxyline au fer-éosine, $\times 2000$.
- Fig. 38. — *Murex brandaris* L. Cellules à enclaves phénoliques. Zenker, Mallory, $\times 3170$.
- Fig. 39. — *Helix pomatia* L. Cellule à enclaves phénoliques. Zenker, Hématoxyline au fer-éosine, $\times 3170$.
- Fig. 40. — *Zonites algirus* L. Cellule albumineuse (mucigène). On remarque dans la masse rétractée au centre de la cellule quelques plages sidérophiles. Zenker, Hématoxyline au fer-éosine, $\times 3170$.

PLANCHE IV

- Fig. 41. — *Archidoris tuberculata* Cuv. Cellule plasmatique. Benoît, Hématoxyline au fer-éosine, $\times 3170$.

- Fig. 42. — *Archidoris tuberculata* Cuv. Cellule plasmatique. On remarque des ramifications de la cellule. Zenker, Hématoxyline au fer-éosine, $\times 3170$.
- Fig. 43. — *Archidoris tuberculata* Cuv. Cellule plasmatique en dégénérescence. Benoît, Hématoxyline au fer, $\times 3170$.
- Fig. 44. — *Gasteropteron Meckeli* Kosse Cellule plasmatique Zenker, Hématoxyline au fer-éosine, $\times 3170$.
- Fig. 45. — *Gasteropteron Meckeli* Kosse. Cellule plasmatique. Zenker, Hématoxyline au fer éosine, $\times 3170$.
- Fig. 46. — *Oncidiella nana* Philippi. Cellule plasmatique bifurquée. Benoît, Hématoxyline au fer-éosine, $\times 200$.
- Fig. 47. — *Oncidiella nana* Philippi. Cellule plasmatique coupée transversalement. Benoît, Hématoxyline au fer-éosine, $\times 2000$.
- Fig. 48. — *Oncidiella nana* Philippi Cellule plasmatique coupée transversalement. Benoît, Hématoxyline au fer-éosine, $\times 2000$.
- Fig. 49. — *Oscanius membranaceus* Montagu. Cellule plasmatique. Zenker, Hématoxyline au fer éosine, $\times 2000$.
- Fig. 50. — *Oscanius membranaceus* Montagu Cellule plasmatique. Zenker, Hématoxyline au fer-éosine, $\times 2000$.
- Fig. 51. — *Marsenia perspicua* L. Cellule plasmatique (noyau pycnotique). Zenker, Hématoxyline au fer-éosine, $\times 2000$.
- Fig. 52. — *Marsenia perspicua* L. Cellule plasmatique (noyau pycnotique). Zenker, Hématoxyline au fer-éosine, $\times 2000$.
- Fig. 53. — *Okenia elegans* F. S. Lkt. Cellule plasmatique. Zenker, Mallory, $\times 2000$.
- Fig. 54. — *Okenia elegans* F. S. Lkt. Cellule plasmatique jeune. Zenker, Hématoxyline au fer-éosine, $\times 3170$.
- Fig. 55. — *Okenia elegans* F. S. Lkt. Cellule plasmatique en dégénérescence. Zenker, Hématoxyline au fer-éosine, $\times 3170$.

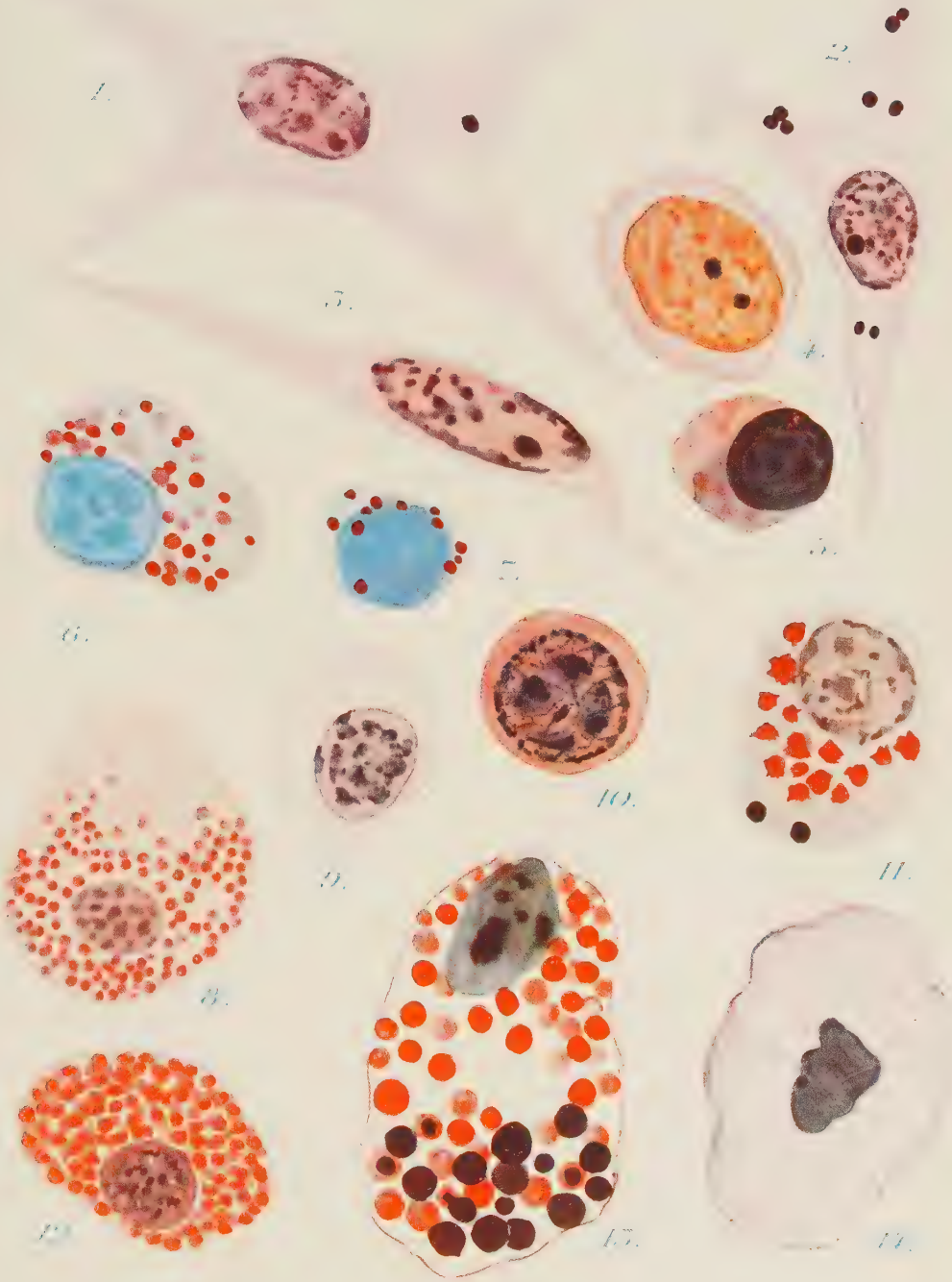
PLANCHE V

- Fig. 56. — *Mytilus edulis* L. Vue générale du tissu conjonctif : a, cellule à granulations éosinophiles ; b, cellule libre ; c, cellule fixe ; d, fibre musculaire, Zenker, Hématoxyline au fer-éosine, microphotographie, $\times 500$.
- Fig. 57. — *Mytilus edulis* L. Un ensemble de cellules adipo-granuleuses. Benoît, safranine-vert lumière, microphotographie, $\times 1200$.
- Fig. 58. — *Arca barbata* L. Cellules glandulaire de l'extrémité du repli interne. Zenker, Mallory, microphotographie, $\times 500$.

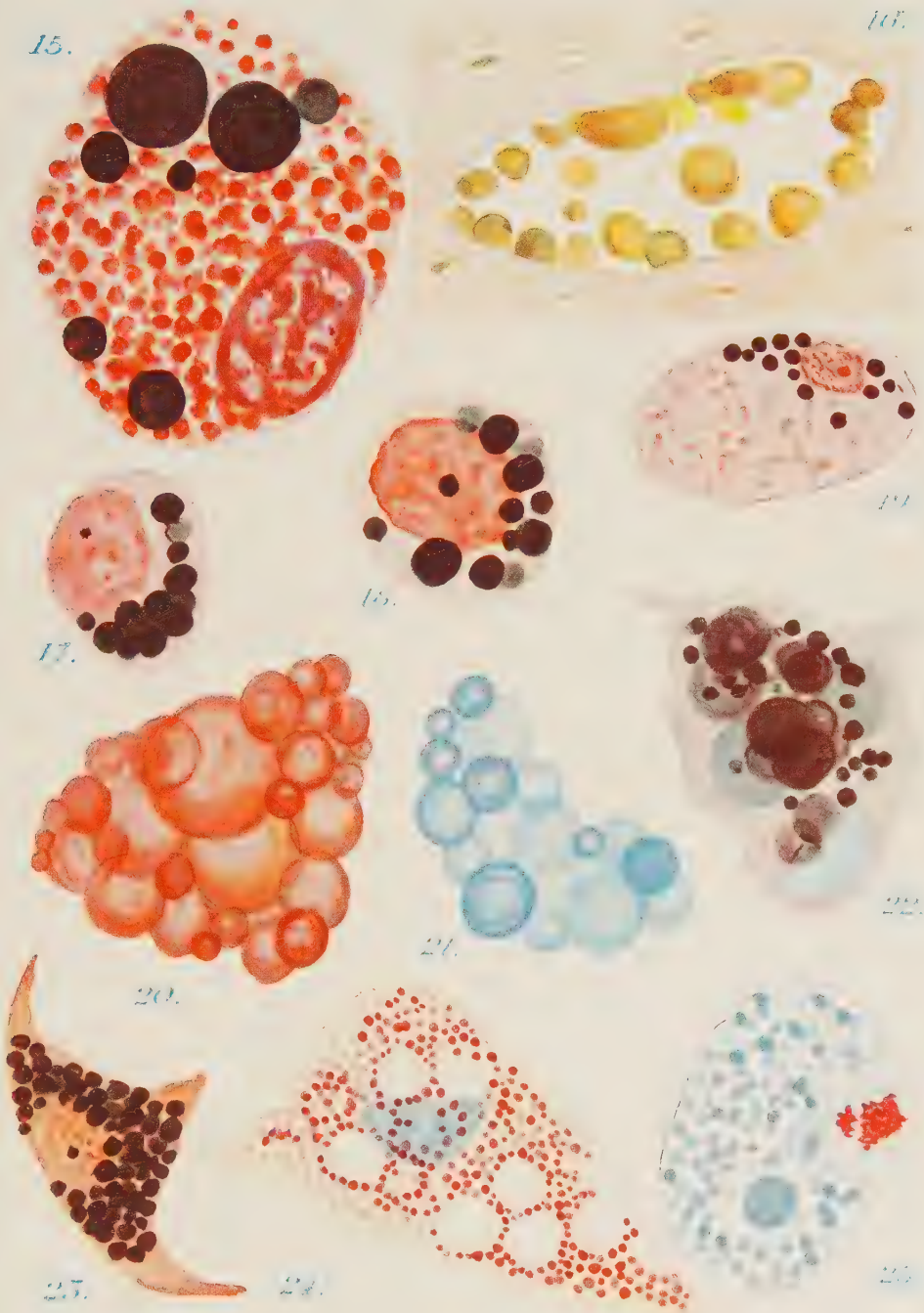
- Fig. 59. — *Oncidiella nana* Philippi. Vue générale du tissu conjonctif avec beaucoup de fibres collagènes : *a*, noyaux des cellules fixes ; *b*, cellules plasmatiques ; *c*, muscles. Benoît, Hématoxyline au fer, microphotographie, $\times 500$.

PLANCHE VI

- Fig. 60. — *Marsenia perspicua* L. Vue générale du tissu conjonctif : *a*, cellule fixe ; *b*, cellule libre ; *c*, cellule plasmatique. On remarque en outre la richesse en fibres collagènes. Zenker, méthode de Curtiss, microphotographie, $\times 1200$.
- Fig. 61. — *Zonites algirus* L. Cellules à enclaves phénoliques : *a*, cellules bourrées de granulations protidiques où apparaissent les premières boules phénoliques ; *b*, faisceaux musculaires. Zenker, réaction argentaffine-éosine, microphotographie, $\times 1200$.
- Fig. 62. — *Patella cærulea* L. Métamorphose des cellules à granulations protidiques. *l*, lacunes contenant des leucocytes. Zenker, Hématéine-éosine, microphotographie, $\times 300$.
- Fig. 63. — *Zonites algirus* L. Cellules à enclaves phénoliques *a*, entremêlées de cellules muqueuses (mucigène) *b*, Zenker, réaction argentaffine, microphotographie. $\times 300$.
-



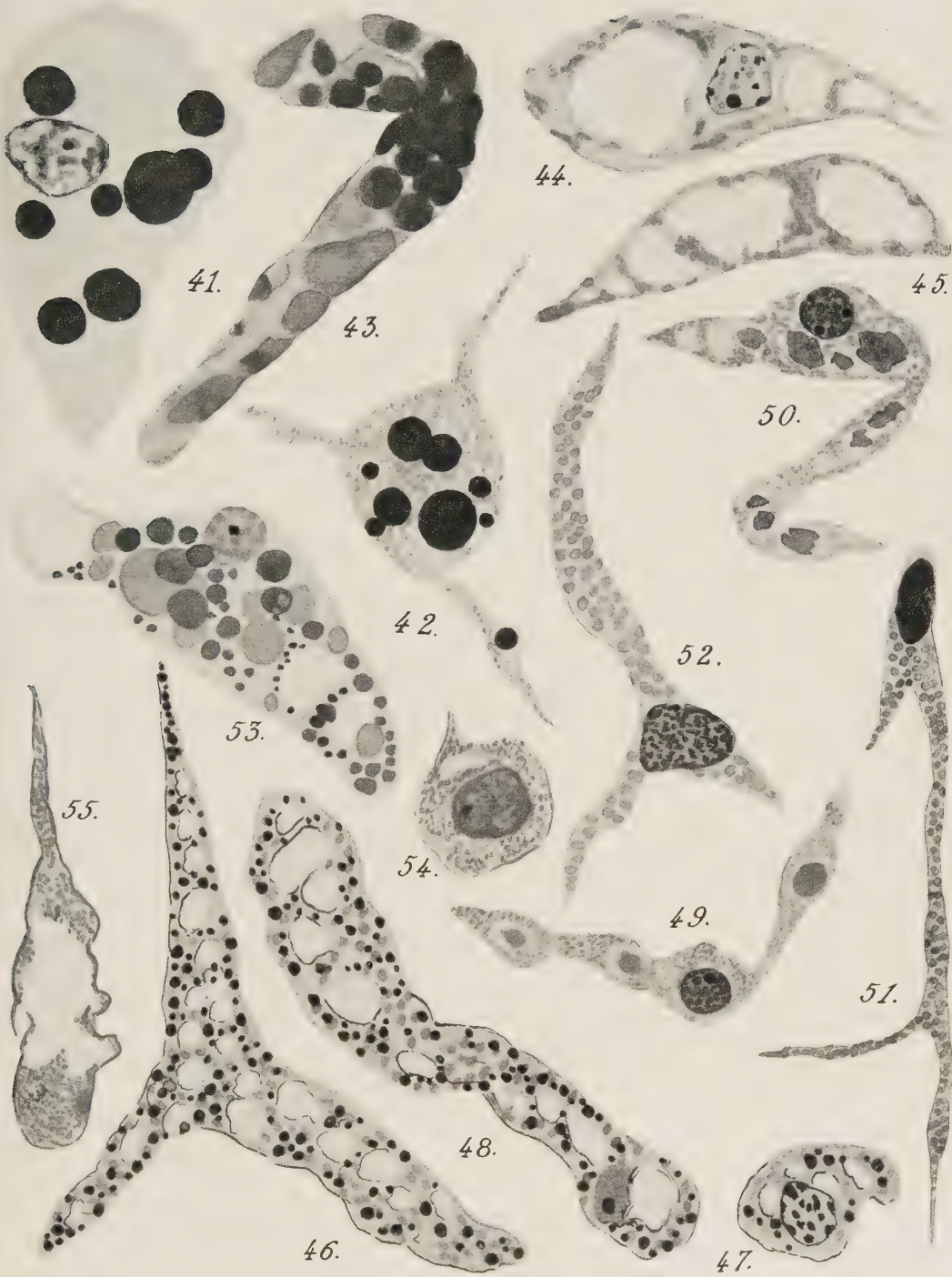
Tissu conjonctif des Mollusques.



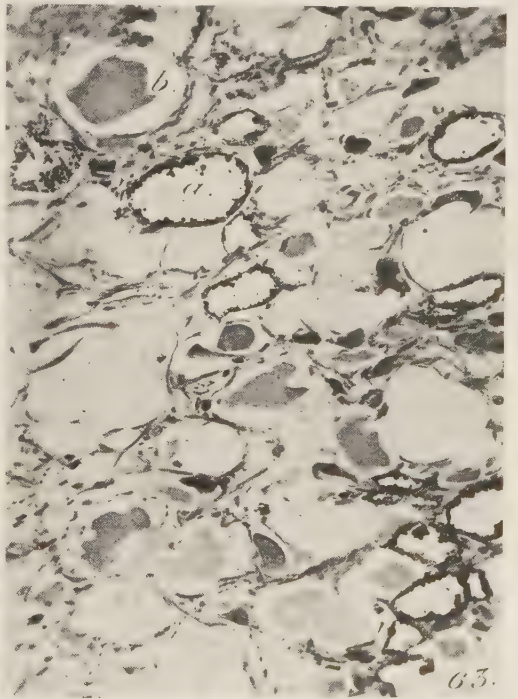
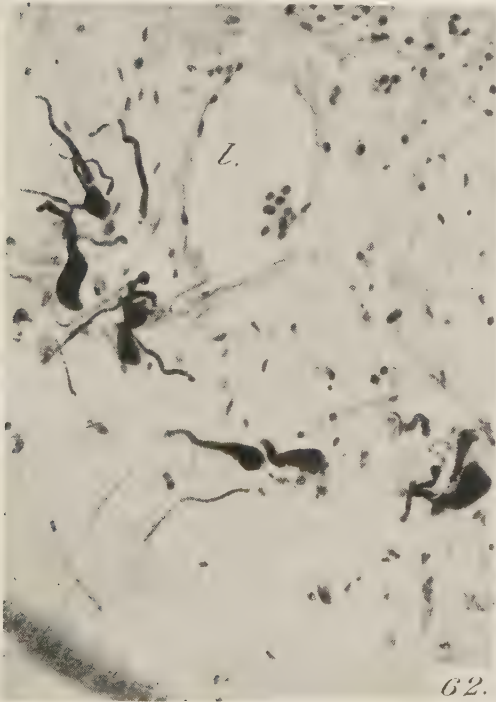
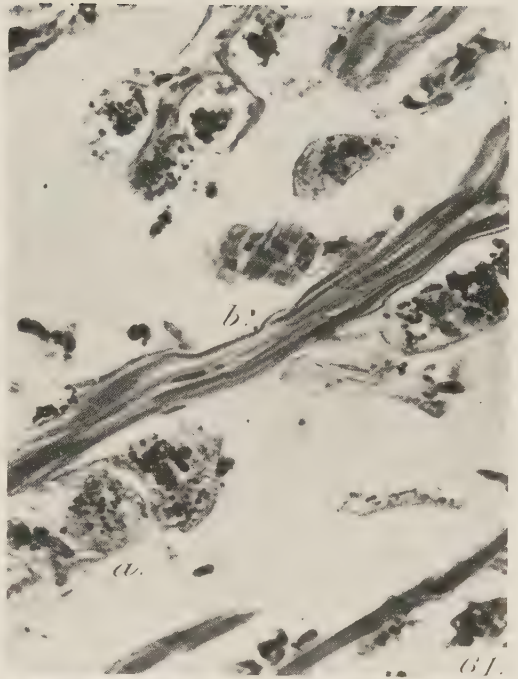
Tissu conjonctif des Mollusques.



Tissu conjonctif des Mollusques.



Tissu conjonctif des Mollusques.



Tissu conjonctif des Mollusques.

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION.....	7
CHAPITRE I. — MATÉRIEL D'ÉTUDE ET TECHNIQUES.....	9
§ 1. Matériel d'étude.....	9
§ 2. Techniques.....	11
CHAPITRE II. — HISTORIQUE.....	18
§ 1. Lamellibranches.....	18
§ 2. Gastéropodes.....	21
CHAPITRE III. — ÉTUDE PERSONNELLE DE LA DISPOSITION DU TISSU CONJONCTIF CHEZ DIVERSES ESPÈCES.....	25
§ 1. Lamellibranches.....	25
§ 2. Gastéropodes.....	33
a) Prosobranches.....	33
b) Opisthobranches.....	37
c) Pulmonées.....	42
§ 3. Amphineures et Scaphopodes.....	45
§ 4. Céphalopodes.....	45
CHAPITRE IV. — ÉTUDE PERSONNELLE DES DIVERS ÉLÉMENTS DU TISSU CONJONCTIF.....	47
I. — <i>Eléments communs à toutes les classes de Mollusques.</i> ..	47
§ 1. Cellules fixes et substance fondamentale.....	47
§ 2. Cellules libres.....	51
§ 3. Cellules de Leydig.....	54
§ 4. Cellules muqueuses.....	57
II. — <i>Eléments spéciaux</i>	57
A. — Lamellibranches.....	57
§ 1. Rundzellen des Mytilidés.....	58
§ 2. Vésicules de Langer.....	64

§ 3. Cellules de l'appareil byssogène.....	66
§ 4. Cellules adipo-granuleuses.....	67
§ 5. Cellules protidiques de quelques espèces d'Arcidés et de Pectinidés.....	73
§ 6. Cellules parenchymateuses de <i>Venus verrucosa</i> L.	76
B. — Gastéropodes.....	78
§ 1. Cellules muqueuses conjonctives des Gastéropodes.	78
§ 2. Cellules excrétrices des Patellidés.....	84
§ 3. Cellules à chromolipides.....	87
§ 4. Cellules plasmatiques des Opisthobranches.....	90
§ 5. Cellules calcaires conjonctives des Gastéropodes..	96
§ 6. Spicules calcaires des Doridiens.....	101
§ 7. Cellules de Semper ou cellules à enclaves phéno- liques des Pulmonés.....	102
CHAPITRE V. — ETUDE COMPARATIVE ET GÉNÉRALE.....	113
§ 1. Cellule fixe et substance fondamentale des Mollus- ques et des Vertébrés.....	113
§. 2. Cellules libres et leucocytes.....	115
§. 3. Rundzellen et cellules à granulations α d'Ehrlich.	116
§. 4. Cellules plasmatiques des Mollusques et des Ver- tébrés.....	118
§. 5. Cellules de Semper ou à enclaves phénoliques des Pulmonés et Mastzellen des Vertébrés.....	123
CONCLUSIONS.....	125
BIBLIOGRAPHIE.....	133
EXPLICATION DES PLANCHES.....	143

ERRATUM

Lire : p. 10, 21, 22, 37, 42, 43, 77, 90, 91, 95, 119, 121, 122, 130, 131, 161, 162, Opisthobranches ; 13, Volkonsky ; 14, 6^e ligne, tannin ; 26, 17^e ligne, de fibrilles ; 35, 14^e ligne, Pl. III, fig. 33 et 30 ; 40, 28^e ligne, Pl. IV, fig. 42 et 41 ; 45, Amphineures ; 50, 2^e ligne, en vue de la détection ; 51, 21^e ligne, Leur contour est nettement limité ; 54, 19^e ligne, arrondis ; 56, 2^e ligne, mal lié ; 67, 30^e ligne, La nature du byssus ; 68, 3^e ligne, glycocolle ; 69, 18^e ligne, manteau de la Moule est rempli ; 76 (fig. 3) ; 110, 28^e ligne, Toutes les autres espèces que j'ai examinées ; 112, 29^e ligne, rieur entre les cellules épithéliales ; 130, 9^e ligne, d'excrétion, car ; 134, dernière ligne, Cuénot. — Etudes sur le sang ; 139, Maximow ; 142, 8^e ligne, poche du noir.

DEUXIÈME THÈSE

Propositions données par la Faculté :

LES ORGANES ÉLECTRIQUES DES POISSONS
LA PARTHÉNOGÈNE CHEZ LES INSECTES

Vu et approuvé :
Montpellier, le 14 mai 1937.
Le Doyen de la Faculté des sciences,
M. GODECHOT.

Vu et permis d'imprimer :
Montpellier, le 15 mai 1937.
Le Recteur,
TAILLIART.

